PHILIPS

1351

# Digital multimeter

# PM2522

9447 025 22..1

9499 470 09402 750601

PHILIPS

PHILIPS

# Instruction manual

## Digital multimeter **PM2522**

9447 025 22..1

PHILIPS

9499 470 09402 750601

# CONTENTS

GENERAL / ALLGEMEINES / GENERALITES

I. INTRODUCTION 5
EINLEITUNG 19
INTRODUCTION 33

II. TECHNICAL DATA 5
TECHNISCHE DATEN 19
CARACTERISTIQUES TECHNIQUES 33

III. ACCESSORIES 9
ZUBEHÖR 23
ACCESSOIRES 37

IV. PRINCIPLE OF OPERATION 11
WIRKUNGSWEISE 25
PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT 39

DIRECTIONS FOR USE / GABRAUCHSANWEISUNG / MODE D' EMPLOI

V. INSTALLATION 14
INSTALLATION 28
MISE EN PLACE

VI. OPERATION 16
BEDIENUNG 30
MISE EN OEUVRE 50

SERVICE DATA

VII. CIRCUIT DESCRIPTION 55

VIII. ACCESS 64

IX. CHECKING AND ADJUSTING 66

X. MAINTENANCE AND SERVICING 71

XI. LIST OF PARTS 72

IMPORTANT

In correspondence concerning this instrument please quote the type number and the serial number as given on the type plate at the rear of the instrument.

© N.V. PHILIPS' GLOEILAMPENFABRIEKEN - EINDHOVEN - THE NETHERLANDS - 1975.
PRINTED IN THE NETHERLANDS

# List of figures


1. UHF probe PM 9200 40
   UHF Messkopf PM 9200 40
   Sonde UHF PM 9200 40

2. UHF-T-connector PM 9250 40
   UHF-T-Stück PM 9250 40
   Té connecteur UHF PM 9250 40

3. Current transformer PM 9245 40
   Stromwandler PM 9245 40
   Transformateur de courant PM 9245 40

4. EHT probe PM 9246 40
   Hochspannungs-Messkopf PM 9246 40
   Sonde THT PM 9246 40

5. Shunt PM 9244 40
   Shunt PM 9244 40
   Shunt PM 9244 40

6. Measuring clip PM 9261 40
   Messclip PM 9261 40
   Dispositif de connexion PM 9261 40

7. Basic circuit of the ADC 44
   Prinzipschaltbild des Analog-Digital-Umsetzers 44
   Circuit de base du convertisseur analogique-numérique 44

8. Block diagram 44
   Blockschaltbild 44
   Schéma fonctionnel 44

9. Adaption of the mains transformer and fuse 48
   Anpassung Netztransformateur und Sicherung 48
   Adaption du transformateur secteur et fusible 48

10. Fuses 48
    Sicherungen 48
    Fusibles 48

11. Front view 52
    Vorderansicht 52
    Vue de l'avant 52

12. Principle of resistance measuring 57

13. 1x/10x amplifier 57

14. AC/DC converter 59

15. $+V_{REF}$ and $-V_{REF}$ 59

16. Analog to digital converter 59
17. Clock oscillator 61
18. Anode switches 61
19. Overrange detector 61
20. Circuit diagram supply section 63
21. Rear view 65
22. Removing and refitting top cover 65
23. Adjusting and calibration 68
24. Front view 73
25. Rear view 73
26. Top view without cover 73
27. Printed wiring board U1 + U3 78
28. Circuit diagram 81

# I. Introduction

## GENERAL

The digital multimeter PM 2522 is an accurate $3\frac{1}{2}$ digit instrument with a maximum display of 1999.
In order to obtain a clear and proper reading the instrument is provided with seven segment LED's.
Range- and function switching is effected manually by means of push-buttons.

The instrument can be used for the following measurements:

- DC voltages of 100 µV to 1000 V
- AC voltages of 100 µV to 500 $V_{rms}$
- DC currents of 100 nA to 2 A
- AC currents of 100 nA to 2 $A_{rms}$
- Resistances of 100 mΩ to 20 MΩ

Protection of all measurement functions is provided up to at least 250 V.
The polarity of DC voltages and DC currents is indicated automatically.
The decimal point is set automatically by switching the ranges.
Display hold is possible by means of push-button "Hold".
In view of the ranges and functions, accuracy and construction, the instrument is an ideal general-purpose multimeter for production lines or laboratories, for servicing as well as for education.

# II. Technical data

Properties expressed in numerical values with tolerances stated are guaranteed by the factory Numerical values without tolerances serve only for information and represent the properties of an average instrument.

## II-1. ELECTRICAL DATA

### II-1.1. Direct voltage measurement

Range

- 100 µV up to 1000 V divided in 5 ranges.

Ranges: 200 mV
2 V
20 V
200 V
1000 V

Resolution - 100 µV

Input resistance - 10 MΩ in all ranges

Input capacity - 100 pF

Accuracy - ± 0.1% of reading; ± 0.1% of range in the ranges 0.2; 2; 20; 200 V.
± 0.2% of reading; ± 0.2% of range in the 1000 V range.

Temperature coefficient - ± 1 digit / 3°C

Maximum permissible voltage - 1000 V

II-1.2. Alternating voltage measurement

Range - 100 µV up to 600 $V_{rms}$ divided in 5 ranges.
Ranges: 200 $mV_{rms}$
2 $V_{rms}$
20 $V_{rms}$
200 $V_{rms}$
600 $V_{rms}$

Resolution - 100 $\mu V_{rms}$

Input impedance - 10 MΩ // 60 pF in all ranges

Accuracy

| Range | Frequency | Operating Error |
|---|---|---|
| 0.2; 2; 20 and 200 $V_{rms}$ | 100 Hz up to 10 kHz | 0.3% of reading; 0.3% of range |
| 0.2; 2; 20 and 200 $V_{rms}$ | 30 Hz up to 100 Hz and 10 kHz up to 30 kHz | 0.5% of reading; 0.5% of range |
| 600 $V_{rms}$ | 30 Hz up to 100 Hz | 0.5% of reading; 0.5% of range |

Temperature coefficient - ± 1 digit / 3°C

Maximum permissible voltage - 600 $V_{rms}$ (50 Hz)

II-1.3. Direct current measurement

Range - 200 nA up to 2 A divided in 5 ranges.
Ranges: 200 µA
2 mA
20 mA
200 mA
2 A

Resolution - 100 nA

Voltage drop - < 250 mV at the 0.2; 2; 20; 200 mA range
< 600 mV at the 2 A range

Accuracy - ± 0.25% of reading; ± 0.25% of range

Temperature coefficient - ± 1 digit / 3°C

Maximum permissible current - 2 A

## II-1.4. Alternating current measurement

| | |
|---|---|
| Range | - 200 nA up to 2 $A_{rms}$ divided in 5 ranges.<br>Ranges: 200 $\mu A_{rms}$<br>2 $mA_{rms}$<br>20 $mA_{rms}$<br>200 $mA_{rms}$<br>2 $A_{rms}$ |
| Resolution | - 100 nA |
| Voltage drop | - < 250 mV at the 0.2; 2; 20; 200 $mA_{rms}$ range<br>< 600 mV at the 2 $A_{rms}$ range |
| Accuracy | - 0.25% of reading ; 0.25% of range |
| Frequency | - 30 Hz up to 1 kHz |
| Temperature coefficient | - $\pm$ 1 digit / 3°C |
| Maximum permissible current | - 2 $A_{rms}$ |

## II-1.5. Resistance measurement

| | |
|---|---|
| Range | - 0.1 Ω up to 20 MΩ divided in 6 ranges.<br>Ranges: 200 Ω<br>2 kΩ<br>20 kΩ<br>200 kΩ<br>2 MΩ<br>20 MΩ |
| Maximum resolution | - 0.1 Ω |
| Measuring current | - 1 mA in the 0.2 and 2 kΩ range<br>10 µA in the 20 and 200 kΩ range<br>100 nA in the 2 and 20 MΩ range |
| Maximum voltage with not connected terminals | - 12 V |
| Accuracy | - $\pm$ 0.3% of reading; $\pm$ 0.2% of range |
| Temperature coefficient | - $\pm$ 1 digit / 3°C |
| Maximum resistance | - 20 MΩ |
| Semi-conductors | - can be measured in forward direction in the 2 kΩ range, in reverse direction in the higher ranges |

## II-2. GENERAL DATA

| | |
|---|---|
| Conversion system | - Delta pulse modulation system |
| Maximum | - 1999 |
| Number of digits | - $3\frac{1}{2}$ |
| Display control | - Serial, scan frequency 512 Hz |
| Representation of result and polarity | - seven segment "LED's" |
| Range selection | - Manual by means of pushbuttons |
| Function selection | - Manual by means of pushbuttons |
| Overflow indication | - The indicator LED of the hundreds shows 0, the others are blanked. |
| Decimal point | - Set automatically by range selector |
| Measuring input | - Floating |
| Series mode rejection | - 60 dB |
| Common mode rejection | - 100 dB |
| Maximum common mode signal | - 500 Vd.c. ; 350 Va.c. ; 50 Hz |
| Capacity between common and ground | - 1.8 nF |
| Ambient temperature | - 0 up to 45°C |
| Zero point drift | - ± 1 digit / 4°C |

Maximum input voltages

| Range | Value |
|---|---|
| Vd.c. | 1000 Vd.c. 600 Va.c. (50 Hz) |
| Va.c. | 500 Vd.c. 600 Va.c. (50 Hz) |
| Current range | ≤ 250 Vd.c. or a.c. |
| Resistance ranges | ≤ 250 Vd.c. or a.c. In the ranges .2 and 2 kΩ a fuse will blow if the input voltage is ≥ 30 Vd.c. or a.c. |

| | |
|---|---|
| Mains voltage | - 110 or 220 V +10 ; -15% (Adaptable by means of internal jumpers) |
| Battery supply | - PM 9216 : operation time approx. 8 hours; recharge time approx. 15 hours |
| Power consumption | - 12 VA |
| Dimensions | - height ± 95 mm; width ± 235 mm; depth ± 280 mm |
| Weight | - ± 2.0 kg |

# III. Accessories

## III-1. SUPPLIED AS PART OF THE EQUIPMENT

Set of measuring leads with test pins PM 9260
3-pole mains cable
Manual

## III-2. OPTIONALLY AVAILABLE

EHT probe PM 9246 (Fig. 4, page 40)

The HT probe PM 9246 is suitable for measuring direct voltages up to 30 kV.
The PM 9246 may be used for measuring instruments with an input impedance of 100 MΩ, 10 MΩ or 1.2 MΩ (selectable).

TECHNICAL DATA

| | |
|---|---|
| Maximum voltage | 30 kV |
| Attenuation | 1000 x |
| Input impedance | 600 MΩ ± 5% |
| Accuracy | ± 3% for instruments input impedance of 10 MΩ and 1000 MΩ<br>± 5% for instruments input impedance of 1.2 MΩ |

Note:
Pay attention to safe earth connections.

UHF probe 9200 (Fig. 1, page 40)

The UHF probe PM 9200 is suitable for measuring alternating voltages between 10 mV and 16 V.

| | |
|---|---|
| Frequency range | 100 kHz ... 800 MHz |
| Frequency response | 100 kHz ... 1 MHz ± 10%<br>1 MHz .. 300 MHz ± 5%<br>300 MHz .. 800 MHz ± 10% |
| Input impedance | 1 MHz .. 110 kΩ<br>10 MHz .. 80 kΩ<br>50 MHz .. 25 kΩ |
| Input capacitance | 2 pF |
| Max. permissible voltage on the probe | 450 V d.c. |

At frequencies above 30 MHz these tolerances apply only if T-connector PM 9250 is used.

UHF T-connector PM 9250 (Fig. 2, page 40)

| | |
|---|---|
| Impedance | 50 Ω |
| Frequency response | 0.1 ... 1000 MHz |
| Standing wave ration | 0.1 ... 800 MHz : 1.1<br>800 ... 1000 MHz : 1.2 |

Current transformer PM 9245 (Fig. 3, page 40)

With this transformer it is possible to measure alternating currents over 10 A up to 100 A.

| | |
|---|---|
| Transfer factor | 1000 x (100 A = 100 mA) |
| Transfer error | ± 3% |
| Frequency range | 45 Hz ... 1 kHz |
| Secundary voltage loss | < 200 mV |
| Max. voltage with resprct to earth | 400 V a.c. |
| Max. air-gap | 0.05 mm |

Before measuring connect the current transformer to the instrument.
Prevent polution of the core-parts.

Shunt PM 9244 (Fig. 5, page 40)

With this shunt it is possible to measure d.c. and a.c. (max. 1 kHz) currents up to 31.6 A.

| | |
|---|---|
| Current range | 10 A and 31.6 A |
| Output voltage | 100 mV and 31.6 mV |
| Accuracy | 100 mV : ± 1%<br>31.6 mV : ± 2% |
| Dissipation | max. 3.16 W |
| Dimensions | Height : 55 mm<br>Width : 140 mm<br>Depth : 65 mm |

Battery supply unit PM 9216

This battery supply unit may be attached to the rear of the instrument in order to provide battery operation. The batteries are charged by current obtained from the power supply circuits of the instrument.

Characteristics:

| | |
|---|---|
| Nominal voltage | 5 V |
| Capacity | 3.5 Ah |
| Maximum charge current | 350 mA |
| Maximum trickle charge current | 35 mA |
| Operation time provided by one charge in conjunction with the PM 2522 | 8 h (approx.) |
| Recharge time | 15 h |

# IV. Principle of operation

## IV-1. INPUT CIRCUIT (Fig. 8, page 44)

The purpose of the input circuit is to supply a direct voltage of 2 V to the ADC input, at end of range values.

The analog sections translate all input signals viz. d.c. and a.c. voltages, d.c. and a.c. currents and resistances to this signal of 2 V.
For the d.c. and a.c. voltages the same divider is used.

The attenuated signal is supplied to an 1 x or 10 x amplifier with an output of 2 V d.c. or 2 $V_{r.m.s.}$.
In the case of a.c. measurements the output signal of the amplifier is supplied to an AC/DC converter, which is switched off for d.c. measurements.

Currents supplied to input A are converted into voltages by shunts.

These voltages are also supplied to the 1 x or 10 x amplifier and then supplied to the ADC directly or via the AC/DC converter for a.c. currents.
For resistance measurements, a constant current passes through the unknown resistance.

The following currents are used in the different ranges:

| Ranges | Current | Measuring voltage (at end of range) |
|---|---|---|
| 200 Ω | 1 mA | 200 mV |
| 2 kΩ | 1 mA | 2 V |
| 20 kΩ | 10 µA | 200 mV |
| 200 kΩ | 10 µA | 2 V |
| 2 MΩ | 100 nA | 200 mV |
| 20 MΩ | 100 nA | 2 V |

The measuring voltage across the unknown resistance is supplied to the ADC via the 1 x or 10 x amplifier.

## IV-2. DIGITAL SECTION

The analog to digital converter of PM 2522 is based on the principle of delta-pulse modulation. This integrating system ensures good linearity and series mode rejection.
Furthermore the circuit contains a minimum of critical elements, as the accuracy of the reference voltage is only important for the accuracy of the ADC.

The basic circuit of the ADC is shown in Fig. 7, page 44. It operates as follows:

The input voltage $V_x$ is compared with voltage $V_c$ by means of a comparator.

The output of the comparator controls switch S via flip-flop in such a way that the positive reference voltage ($+V_{REF}$) is connected to R1 if $V_c < V_x$ or the negative reference ($-V_{REF}$) if $V_c > V_x$.

Suppose $V_x$ is positive with respect to $V_c$ and switch S to $+V_{REF}$.
This results in charging the capacitor so that $V_c$ increases until it becomes larger than $V_x$.
At the first clock pulse after $V_c$ has become larger than $V_x$, flip-flop FF is set; switch S is set to position $-V_{REF}$. Capacitor C1 will be discharged until $V_c$ becomes smaller than $V_x$.
Then switch S is set again to the starting position (S to $+V_{REF}$) at the next clock pulse.

Due to this compensation method the average value of $V_c$ will be equal to $V_x$. If $V_x$ has a a constant value (d.c. level) the average charge of capacitor C1 must be also constant. This means, that the charge supplied ($Q_c$) is equal to the charge drained off ($Q_d$) when integrating over a longer period (measuring time $t_m$).

Charge supplied: $$Q_c = \frac{+V_{REF} - V_c}{R} \cdot t_c$$

Charge drained: $$Q_d = V_x = \frac{t_c - t_d}{t_c + t_d} \cdot V_{REF} \quad \text{or} \quad V_x = \left( \frac{t_c}{t_c + t_d} - \frac{t_d}{t_c + t_d} \right) V_{REF}.$$

in which $t_c$ = sum of the charging times, $t_d$ = sum of the draining times during time $t_m$ ($+V_{REF}$ and $-V_{REF}$ have the same absolute value).

By counting the number of clock pulses during the charging time ($t_c$) and subtracting the clock pulses during the draining time ($t_d$) this results in a number of clock pulses which corresponds to the input voltage.

Assume: N = total number of clock pulses during $t_m$

T = period time of clock pulse

then $t_m$ = measuring time = $NT = t_c + t_d$

If during $t_c$, n clock pulses are used, then during $t_d$ N-n pulses are used, so that $V_x$ becomes $$V_x = \frac{nT - (NT - nT)}{NT} V_{REF} = \frac{2n - N}{N} V_{REF}.$$

If $2n - N = n'$ = the number of pulses to be counted, then: $$n' = V_x \frac{N}{V_{REF}}$$

N is a fixed number of pulses determined by a timer and amounts to 2046. When using a reference voltage of 2.046 V the formula becomes

$$n' = 1000\, V_x \quad (V_x \text{ in volts})$$

(In PM 2522 capacitor C1 is connected between the inputs of the comparator to obtain a better series mode rejection).

The counting of pulses is realised in an up-down counter which is included in a MOS integrated circuit. This circuit contains also:

- an input flip-flop (FF, described before)
- two analog switches (S) to switch the positive and negative reference voltage
- a polarity detector
- a timer to control the measuring time
- a pulse output circuit which controls the 4-decade counter.

The latter circuit counts the pulses supplied by the ADC.

The number of counted pulses will be transferred to a memory, after which the counter will be reset to zero by a reset pulse from the ADC.
A new measuring cycle can start now.
A multiplexer connects alternately each decade of the memory to the decoder-driver, simultaneously a pulse arises to drive the anode switch of the corresponding seven segment indicator "LED".
Via the decoder-driver the decoded number will be transferred to one of the 4-seven segment indicator "LED's", the cathodes of which are switched in parallel.
Only that indicator, the anode switch of which is closed, will light up.
As the switching speed is 512 times per second, it seems that all indicators light at the same time.

# V. Installation



## V-1. EARTHING

The instrument must be connected to a wall socket with rim earthing via the 3-pole mains cable supplied on delivery.
The housing of the instrument is then earthed via the above-mentioned cable.
If the instrument cannot be earthed via the mains cable, a separate earthing cable should be connected to the earthing socket (13) at the front of the instrument (see Fig. 11, page 52).
Pay attention to the local safety directions.

## V-2. MAINS SUPPLY

The instrument is set to 220 V in the factory.
By connecting the transformer windings as shown in Fig. 9 , page 48, the instrument can be used at the following voltages.

a. 220 V + 10% ; -15% fuse 100 mA slow blow
b. 110 V + 10% ; -15% fuse 200 mA slow blow

### V-2.1. Battery supply

The optional accessory PM 9216 is recommended for battery supply, as it becomes an integral part of the instrument.

## V-3. CONTROLS AND CONNECTORS

Front panel (Fig. 11, page 52)

| No. | Name | Function |
|---|---|---|
| 1 | Numerical Display<br>LED's<br>Decimal point | $3\frac{1}{2}$ digit numerical display<br>Maximum display 1999<br>Seven segment display<br>Positioned automatically by range switching |
| 2 | Polarity | + or - automatically indicated in accordance with polarity of d.c. voltage and d.c. current measurement |
| 3 | Overflow | In case of overflow the indicator LED of the hundreds shows 0, the others are blanked. |
| 4 | Power | Power switch |
| 5 | V ⎓ | d.c. voltage measurement |
| 6 | V ∼ | a.c. voltage measurement |
| 7 | mA ⎓ | d.c. current measurement |
| 8 | mA ∼ | a.c. current measurement |

| No. | Name | Function |
|---|---|---|
| 9 | kΩ | Resistance measurement |
| 10 | 20 MΩ | Resistance measurement in the 20 MΩ range |
| 11 | Hold | Display hold |
| 12 | Range selector | Selecting ranges of all functions except 20 MΩ range |
| 13 | ⏚ | Earthing terminal |
| 14 | 0 | Lo - input terminal |
| 15 | VΩ | Combined Hi - input terminal of voltage and resistances measurements |
| 16 | A | Hi - input terminal of current measurements |

# VI. Operation

## VI-1. SWITCHING - ON

The instrument can be operated from a 110 or 220 Va.c. source or from a d.c. power source.

### VI-1.1. A.C. power source

- Connect the instrument to the mains
- Set the POWER switch to ON (Fig. 11, page 52)
- The display LED's then light.

### VI-1.2. D.c. power source

With the optional accessory PM 9216 it is possible to use the instrument at places where no mains supply is available.
In case the battery supply unit is connected to the instrument, which on its turn is connected to the mains, the charging circuit of the batteries is switched on.
Therefore, the multimeter must only be connected to the mains, when the battery pack contains rechargable batteries.

## VI-2. ELECTRICAL ZERO-SETTING

- Short-circuit terminals "⊥", "0" and "VΩ"
- Depress pushbutton V⎓ (Fig. 11, page 52)
- Depress pushbutton 0.2 (Fig. 11, page 52)
- Adjust the reading to .0000 V by means of potentiometer "0" on the front panel of the instrument (Fig. 11, page 52).

Note: Before electrical zero-setting, a warming-up time of 30 min. is required.

## VI-3. MEASURING

General notes:
- For non-floating measurements connect terminals "0" and "⊥" by means of an accessory lead.
- The capacitance between "0" and "⊥" is about 1.8 nF.
- Maximal permissible voltage between "0" and "⊥" is 500 Vd.c. or 350 Va.c. (50 Hz)

### VI-3.1. Direct voltage measurements

- Depress pushbutton V⎓
- Select the correct measuring range
- Connect the test voltage to terminals "0" and "VΩ"

Notes: - The polarity indicator indicates the polarity at terminal "VΩ" with respect to terminal "0".
- Maximum permissible voltage between terminals "VΩ" and "0" is 1000 Vd.c. or 600 Va.c. (50 Hz).

### VI-3.2. EHT voltages up to 30 kV with probe PM 9246

- Depress pushbutton V⎓
- Connect the probe to terminals "0" and "VΩ" (terminals "0" and "⊥" should be interconnected)
- Connect the earthing clip of the probe to a proper earth
- Select the 10 MΩ range on the probe
- With the range selector the following ranges are possible.

| Range selector to position | HT range |
|---|---|
| 20 V | 2 kV max. |
| 200 V | 20 kV max. |
| 1000 V | 30 kV max. (see note) |

Notes: - Maximum permissible d.c. voltage 30 kV (range end is 100 kV)
- The position of the decimal point should be observed.

### VI-3.3. Alternating voltage measurements

- Depress pushbutton V~
- Select the correct measuring range
- Connect the test voltage to terminals "0" and "VΩ".

Note: - Maximum permissible voltage between terminals "VΩ" and "0" is 500 Vd.c. or 600 Va.c. (50 Hz)

### VI-3.4. UHF voltages with probe PM 9200 and T-connector PM 9250

- Depress pushbutton V⎓
- Connect the probe to terminals "0" and "VΩ", with the earthing pin to "0" (terminals "0" and "⊥" should be interconnected)
- Set measuring range selector to the desired position.

Notes: - The maximum permissible voltage on the probe is 16 $V_{r.m.s.}$
- The correction factor on the calibration curve of the probe should be taken into account.

VI-3.5. Direct current measurements

- Depress pushbutton mA ⎓
- Select the correct measuring range
- Connect the current source to be measured to terminals "0" and "A".

Notes: - The polarity indicator indicates the polarity at terminals "A" with respect to terminal "0"
- Maximum permissible current between terminals "0" and "A" is 2 A.

VI-3.6. DC and AC (max. 1 kHz) currents up to 31.6 A with DC shunt PM 9244

- Select measuring mode V⎓ or V~
- Connect the output sockets + and - of shunt PM 9244 to terminals "VΩ" and "0"
- Set the range selector to position 200 mV
- Connect the current cource to terminals - and 10 A or 31.6 A depending on the current to be measured.
- By means of switch SK1 (Fig. 5 ) the output voltage of shunt PM 9244 can be switched-over from 100 mV to 31.6 mV.

VI-3.7. Alternating current measurements

- Depress pushbutton mA~
- Select the correct measuring range
- Connect the current source to be measured to terminals "0" and "A".

Note: - Maximum permissible current between terminals "0" and "A" is 2 A.

VI-3.8. AC currents up to 100 A with current transformer PM 9245

- Select measuring mode AC
- Connect the terminals of transformer PM 9245 to terminals "0" and "1"
- Set the range selector to position 200 mA
- Pass the current-carrying conductor through the opening of the transformer
- Maximum permissible alternating current 100 A
- Frequency range 45 Hz - 1 kHz.

VI-3.9. Resistance measurements

- Depress pushbutton kΩ or 20 MΩ
- Connect the unknown resistor to terminals "0" and "VΩ"
- Select the correct measuring range

Notes: - The measuring current is: 1 mA for the 200 Ω and 2 kΩ ranges
10 µA for the 20 kΩ and 200 kΩ ranges
100 nA for the 2 MΩ and 20 MΩ ranges

- Semi-conductors can be measured in forward direction in the 2 kΩ range. The display shows the diode voltage in forward direction of 1 mA. Terminal "VΩ" is positive with respect to terminal "0".

# I. Einleitung ALLGEMEINES

Das digitale Vielfachmessgerät PM 2522 ist ein genaues $3\frac{1}{2}$ stelliges Gerät mit einer maximalen Anzeige von 1999.
Um deutliche und genaue Ablesung zu gewährleisten ist das Gerät 7-Segment lichtemittierenden Dioden (LED's) ausgestattet.
Bereichs- und Funktionsschaltung wird mit der Hand mit Hilfe von Drucktasten ausgeführt.

Das Gerät eignet sich für folgende Messungen:

- Gleichspannungen von 100 µV bis 1000 V
- Wechselspannungen von 100 µV bis 500 $V_{eff}$
- Gleichströme von 100 nA bis 2 A
- Wechselströme von 100 nA bis 2 $A_{eff}$
- Widerstände von 100 mΩ bis 20 MΩ

Alle Messfunktionen sind bis mindestens 250 V gesichert.
Die Polaritätsanzeige von Gleichspannungen und Gleichströmen erfolgt automatisch.
Durch Umschaltung der Bereiche wird der Dezimalpunkt automatisch gesetzt.
Festhalten der Darstellung wird von Drucktaste "HOLD" ermöglicht.
Auf Grund der Bereiche und Funktionen, der Genauigkeit und der Konstruktion ist das Gerät ein ideales Allzweck - Vielfachmessgerät geeignet zur Anwendung in Fertigung und Labor, wie auch beim Kundendienst und im Unterricht.

# II. Technische daten

Eigenschaften ausgedrückt in Zahlwerten mit Angaben der Toleranzen werden von uns garantiert. Zahlwerte ohne Toleranzangabe beziehen sich auf ein Durchschnittgerät und dienen nur zur Information.

## II-1. ELEKTRISCHE DATEN

### II-1.1. Gleichspannungsmessungen

Messbereich

- 100 µV bis 1000 V unterteilt in 5 Bereiche.

| Bereiche: | |
|---|---|
| 200 | mV |
| 2 | V |
| 20 | V |
| 200 | V |
| 1000 | V |

| | |
|---|---|
| Auflösung | - 100 µV |
| Eingangswiderstand | - 10 MΩ in allen Bereichen |
| Eingangskapazität | - 100 pF |
| Fehlergrenze | - ± 0.1% der Ablesung; ± 0.1% eines Bereichs in den Bereichen 0.2; 2; 20; 200 V.<br>± 0.2% der Ablesung; ± 0.2% eines Bereichs im 1000 V Bereich. |
| Temperaturkoeffizient | - ± 1 Ziffer / 3°C |
| Maximal zulässige Spannung | - 1000 V |

II-1.2. Wechselspannungsmessungen

| | |
|---|---|
| Messbereich | - 100 µV bis 600 $V_{eff}$ unterteilt in 5 Bereiche.<br>Bereiche: 200 $mV_{eff}$<br>2 $V_{eff}$<br>20 $V_{eff}$<br>200 $V_{eff}$<br>600 $V_{eff}$ |
| Auflösung | - 100 µ$V_{eff}$ |
| Eingangsimpedanz | - 10 MΩ // 60 pF in allen Bereichen |

Fehlergrenze

| Bereich | Frequenz | Messfehler |
|---|---|---|
| 0.2; 2; 20 und 200 $V_{eff}$ | 100 Hz bis 10 kHz | 0.3% der Ablesung<br>0.3% des Bereichs |
| 0.2; 2; 20 und 200 $V_{eff}$ | 30 Hz bis 100 Hz und 10 kHz bis 30 kHz | 0.5% der Ablesung<br>0.5% des Bereichs |
| 600 $V_{eff}$ | 30 Hz bis 100 Hz | 0.5% de Ablesung<br>0.5% des Bereichs |

| | |
|---|---|
| Temperaturkoeffizient | - ± 1 Ziffer / 3°C |
| Maximal zulässige Spannung | - 600 $V_{eff}$ (50 Hz) |

II-1.3. Gleichstrommessungen

| | |
|---|---|
| Messbereich | - 200 nA bis 2 A unterteilt in 5 Bereiche.<br>Bereiche: 200 µA<br>2 mA<br>20 mA<br>200 mA<br>2 A |
| Auflösung | - 100 nA |
| Spannungsabfall | - < 250 mV im 0.2; 2; 20; 200 mA Bereich<br>< 600 mV im 2 A Bereich |
| Fehlergrenze | - ± 0.25% der Ablesung; ± 0.25% des Bereichs |
| Temperaturkoeffezient | - ± 1 Ziffer / 3°C |
| Maximal zulässiger Strom | - 2 A |

## II-1.4. Wechselstrommessungen

| | |
|---|---|
| Messbereich | - 200 nA bis 2 $A_{eff}$ unterteilt in 5 Bereiche.<br>Bereiche: 200 $\mu A_{eff}$<br>2 $mA_{eff}$<br>20 $mA_{eff}$<br>200 $mA_{eff}$<br>2 $A_{eff}$ |
| Auflösung | - 100 nA |
| Spannungsabfall | - < 250 mV im 0.2; 2; 20; 200 $mA_{eff}$ Bereich<br>< 600 mV im 2 $A_{eff}$ Bereich |
| Fehlergrenze | - 0.25% der Aflesung; 0.25% des Bereichs |
| Frequenz | - 30 Hz bis 1 kHz |
| Temperaturkoeffizient | - $\pm$ 1 Ziffer / 3°C |
| Maximal zulässiger Strom | - 2 $A_{eff}$ |

## II-1.5. Widerstandsmessungen

| | |
|---|---|
| Messbereich | - 0.1 Ω bis 20 MΩ unterteilt in 6 Bereiche.<br>Bereiche: 200 Ω<br>2 kΩ<br>20 kΩ<br>200 kΩ<br>2 MΩ<br>20 MΩ |
| Maximale Auflösung | - 0.1 Ω |
| Mess-Strom | - 1 mA im 0.2 und 2 kΩ Bereich<br>10 µA im 20 und 200 kΩ Bereich<br>100 nA im 2 und 20 MΩ Bereich |
| Maximale Spannung mit nicht angeschlossenen Buchsen | - 12 V |
| Fehlergrenze | - $\pm$ 0.3% der Ablesung; $\pm$ 0.2% des Bereichs |
| Temperaturkoeffizient | - $\pm$ 1 Ziffer / 3°C |
| Maximaler Widerstand | - 20 MΩ |
| Halbleiter | - sind in der Flussrichtung im 2 kΩ Bereich messbar, in der Sperr-Richtung in den höheren Bereichen. |

## II-2. ALLGEMEINE DATEN

| | |
|---|---|
| Umsetzsystem | - Deltaimpulsmodulationssystem |
| Maximale Anzeige | - 1999 |
| Anzahl Dekaden | - $3\frac{1}{2}$ |
| Anzeigeregelung | - serienmässig, Abtastfrequenz 512 Hz |
| Darstellung von Ergebnis und Polarität | - 7-Segment lichtemittierende Dioden (LED's) |
| Bereichswahl | - Mit Hand, mittels Drucktasten |
| Funktionswahl | - Mit Hand, mitterls Drucktasten |
| Überlaufanzeige | - Die Hunderterstelle zeigt 0 an, die anderen Ziffer sind gelöscht. |
| Dezimalpunkt | - Automatisch vom Bereichswähler gesetzt. |
| Messeingang | - Erdfrei |
| Gegentaktunterdrückung | - 60 dB |
| Gleichtaktunterdrückung | - 100 dB |
| Maximales Gleichtaktsignal | - 500 V Gleichspannung; 350 V Wechselspannung; 50 Hz |
| Kapazität zwischen Anschluss und Erde | - 1.8 nF |
| Umgebungstemperatur | - 0 bis 45°C |
| Nullpunktsfehler | - $\pm$ 1 Ziffer / 4°C |

Maximale Eingangsspannungen

| Bereiche | Wert |
|---|---|
| Gleichspannung | 1000 V Gleichspannung<br>600 V Wechselspannung (50 Hz) |
| Wechselspannung | 500 V Gleichspannung<br>600 V Wechselspannung (50 Hz) |
| Strombereich | $\leq$ 250 V Gleich-oder Wechselspannung |
| Widerstandsbereiche | $\leq$ 250 V Gleich-oder Wechselspannung<br>Wenn in den Bereichen .2 und 2 kΩ die Eingangsspannung $\geq$ 30 V Gleich- oder Wechselspannung ist, dann brennt eine Sicherung durch. |

| | |
|---|---|
| Netzspannung | - 110 oder 220 V + 10; -15%<br>(mit Hilfe interner Verbindungen anzupassen) |
| Batterie Speisseinheit | - PM 9216 : Betriebszeit etwa 8 Stunden<br>Aufladezeit etwa 15 Stunden |
| Stromverbrauch | - 12 VA |
| Abmessungen | - Höhe $\pm$ 95 mm<br>Breite $\pm$ 235 mm<br>Tiefe $\pm$ 280 mm |
| Gewicht | - $\pm$ 2.0 kg |

# III. Zubehör

## III-1. MITGELIEFERTES ZUBEHÖRS

Satz Messkabel mit Prüfenspitzen PM 9260
3-polige Netzkabel
Anleitung

## III-2. WAHLZUBEHÖR

Hochspannungs-Messkopf PM 9246 (Abb. 4, Seite 40)

Mit dem hochspannungs Messkopf PM 9246 können Gleichspannungen bis 30 kV gemessen werden. De PM 9246 kann benutzt werden für Messinstrumenten mit einen Eingangsimpedanz von 100 MΩ, 10 MΩ und 1.2 MΩ (umschaltbar).

TECHNISCHE DATEN

| | |
|---|---|
| Zulässige Spannung | 30 kV |
| Abschwächung | 1000 x |
| Eingangsimpedanz | 600 MΩ ± 5% |
| Fehlergrenze | ± 3% für Messinstrumenten mit Eingangsimpedanz von 100 MΩ und 10 MΩ<br>± 5% für Messinstrumenten mit Eingangsimpedanz von 1.2 MΩ |

Achtung:
Für eine gute Erdverbindung muss gesorgt werden.

UHF-Messkopf PM 9200 (Abb. 1, Seite 40)

Mit dem UHF-Messkopf PM 9200 können Wechselspannungen von 10 mV bis 16 V gemessen werden.

| | |
|---|---|
| Frequenzbereich | 100 kHz ... 800 MHz |
| Fehlergrenze | 100 kHz ... 1 MHz ± 10%<br>1 MHz .. 300 MHz ± 5%<br>300 MHz .. 800 MHz ± 10% |
| Eingangsimpedanz | 1 MHz : 110 kΩ<br>10 MHz : 80 kΩ<br>50 MHz : 25 kΩ |
| Eingangskapazität | 2 pF |
| Maximal zulässige Spannung am Messkopf | 450 V |

Bei Frequenzen über 30 MHz gelten diese Toleranzen nur bei Verwendung des T-Stücks PM 9250.

UHF-T-Stück PM 9250 (Abb. 2, Seite 40)

| | |
|---|---|
| Impedanz | 50 Ω |
| Frequenzbereich | 0,1 ... 1000 MHz |
| Stehlwellenwerhältnis | 0,1 ... 800 MHz : 1,1<br>800 ... 1000 MHz : 1,2 |

Stromwandler PM 9245 (Abb. 3, Seite 40)

Mit diesem Transformator lassen sich Wechselströme von 10 A bis 100 A messen.

| | |
|---|---|
| Ubertragungsfaktor | 1000 x (100 A = 100 mA) |
| Ubertragungsfehler | ± 3% |
| Frequenzbereich | 45 Hz ... 1 kHz |
| Sekundärspannungsfall | < 200 mV |
| Maximale Spannung gegen Erde | 400 V Wechselspannung |
| Maximaler Luftspalt | 0,05 mm |

Den Stromwandler vor der Messung an das Instrument anschliessen.
Darauf achten, dass die Berührungsflächen des Joches immer sauber sind.

Shunt PM 9244 (Abb. 5, Seite 40)

Mit Hilfe dieses Shunts lassen sich Gleich- und Wechselströme (max. 1 kHz) bis 31,6 A messen.

| | |
|---|---|
| Strombereich | 10 A und 31,6 A |
| Ausgangsspannung | 100 mV und 31,6 mV |
| Fehlergrenze | 100 mV : ± 1%<br>31,6 mV : ± 2% |
| Verlustleistung | max. 3,16 W |
| Abmessungen | Höhe : 55 mm<br>Breite : 140 mm<br>Tiefe : 65 mm |

Batterieeinheit PM 9216

Diese Einheit kann an der Rückseite des Gerätes befestigt werden und ermöglicht einen Batteriebetrieb des Gerätes.
Die Akkumulatoren können vom Netzteil des Gerätes geladen werden.

Kenndaten:

| | |
|---|---|
| Nennspannung | 5 V |
| Kapazität | 3,5 Ah |
| Maximale Ladestrom | 350 mA |
| Maximale Pufferladung | 35 mA |
| Betriebszeit für eine Ladung | ca. 8 Stunden zusammen mit dem PM 2522 |
| Ladezeit | ca. 15 Stunden |

Das Gerät darf während des Ladens benutzt werden.

# IV. Wirkungsweise

## IV-1. EINGANGSSCHALTUNG (Abb. 7, Seite 44)

Die Eingangsschaltung legt eine Gleichspannung von 2 V Endwert an den ADC Eingang.

Das Analogteil wandelt alle Eingangssignale, nämlich Gleich- und Wechselspannungen und Gleich- und Wechselströme sowie Widerstände in dieses Signal von 2 V.
Für Gleich- und Wechselspannungen wird der gleiche Teiler benutzt.

Das abgeschwächte Signal einem 1 x oder 10 x Verstärker mit einem Ausgang von 2 V Gleichspannung oder 2 $V_{eff}$ zugeführt.
Im Falle von Wechselspannungsmessungen wird das Ausgangssignal des Verstärkers einem Wechselspannungs-Gleichspannungswandler zugeführt, der bei Gleichspannungsmessungen ausgeschaltet ist.

An Eingang A geleitete Ströme werden mit Hilfe von Nebenschlüssen in Spannungen umgewandelt.

Diese Spannungen werden dem 1 x oder 10 x Verstärker zugeführt und dann unmittelbar, oder im Falle von Wechselströmen über den Wechselspannungs-Gleichspannungswandler, an den ADC geleitet.
Bei Widerstandsmessungen wird ein konstanter Strom an den unbekannten Widerstand gelegt.

Folgende Ströme werden in den verschiedenen Bereichen benutzt:

| Bereiche | Current | Measuring voltage (at end of range) |
|---|---|---|
| 200 Ω | 1 mA | 200 mV |
| 2 kΩ | 1 mA | 2 V |
| 20 kΩ | 10 µA | 200 mV |
| 200 kΩ | 10 µA | 2 V |
| 2 MΩ | 100 nA | 200 mV |
| 20 MΩ | 100 nA | 2 V |

Die Mess-Spannung über dem unbekannten Widerstand wird über den 1 x oder 10 x Verstärker dem ADC zugeführt.

## IV-2. DIGITALTEIL

Der Analog-Digitalwandler des PM 2522 beruht auf dem Prinzip der Deltaimpulsmodulation. Dieses integrierende System gewährleistet gute Linearität und Gegentaktunterdrückung. Ausserdem enthält die Schaltung ein Mindestmass an kritischen Elementen, für die Genauigkeit des ADC ist nur die Genauigkeit der Bezugsspannung massgebend.

Die Basisschaltung des ADC ist in Abb. 7 zu entnehmen. Die Arbeitsweise ist die folgende:

Ein Komparator vergleicht die Eingangsspannung $V_x$ mit Spannung $V_c$.

Der Ausgang des Komparators steuert über ein Flip-Flop Schalter S derart, dass die positive Bezugsspannung ($+V_{REF}$) an R1 verbunden ist wenn $V_c < V_x$ oder die negative Bezugsspannung ($-V_{REF}$) wenn $V_c > V_x$.

Angenommen $V_x$ ist in Bezug auf $V_c$ positiv und Schalter S auf $+V_{REF}$.

Dadurch wird der Kondensator aufgeladen so dass $V_c$ steigt bis sie grösser ist als $V_x$.

Beim ersten Taktimpuls, nachdem $V_c$ grösser als $V_x$ wurde, wird Flip-Flop FF eingestellt; Schalter S wird auf $-V_{REF}$ gestellt. Kondensator C1 wird entladen bis $V_c$ kleiner wird als $V_x$.

Dann wird Schalter S wieder auf die Beginnstellung (S in Stellung $+V_{REF}$) beim nächsten Taktimpuls eingestellt.

Als Folge dieser Kompensationsmethode ist der mittlere Wert von $V_c$ gleich $V_x$. Hat $V_x$ einen konstanten Wert (ADC -Pegel) dann muss auch der Mittelwert der Ladung des Kondensators C1 konstant sein. Das heisst, dass die zugeführte Ladung ($Q_c$) und die abgeleitete Ladung ($Q_d$), wenn über eine längere Periode (Messdauer $t_m$) integriert, gleich sind.

Ladung zugeführt: $$Q_c = \frac{+V_{REF} - V_c}{R} \cdot t_c$$

Ladung abgeleitet: $$Q_d = V_x = \frac{t_c - t_d}{t_c + t_d} \cdot V_{REF} \quad \text{oder} \quad V_x = \left(\frac{t_c}{t_c + t_d} - \frac{t_d}{t_c + t_d}\right) V_{REF}.$$

wobei $t_c$ = Summe der Ladezeiten, $t_d$ = Summe der Entladezeit während Zeit $t_m$ ($+V_{REF}$ und $-V_{REF}$ besitzen den gleichen absoluten Wert).

Addition der Anzahl Taktimpulse während der Aufladezeit ($t_c$) und Subtraktion der Taktimpulse während der Entladezeit ($t_d$) ergibt eine Taktimpulsanzahl die mit der Eingangsspannung übereinstimmt.

Angenommen dass: N = Totalanzahl Taktimpulse während $t_m$.

T = Periodendauer des Taktimpulses

dann $t_m$ = Messdauer = $NT = t_c + t_d$

Wenn während $t_c$, n Taktimpulse angewandt werden, dann werden während $t_d$ N-n Impulse angewandt, so dass $V_x$

wird $$V_x = \frac{nT - (NT - nT)}{NT} V_{REF} = \frac{2n - N}{N} V_{REF}.$$

Wenn $2n - N = n'$ = die Anzahl der zu zählenden Impulse, dann: $n' = V_x \frac{N}{V_{REF}}$

N ist eine von einem Zeitgeber ermittelte feststehende Anzahl von Impulsen betragend 2046. Bei Anwendung einer Bezugsspannung von 2.046 V wird die Gleichung

$$n' = 1000\, V_x \quad (V_x \text{ in Volts})$$

(Beim Gerät PM 2522 ist der Kondensator C1 zwischen den Komparatoreingängen angeschlossen um eine bessere Gegentaktunterdrückung zu erlangen).

Die Impulszählung wird von einem in einer MOS integrierten Schaltung enthaltenem Vorwärts-Rückwärtszähler ausgeführt. Ausserdem enthält die Schaltung:

- einen Eingangs-Flip-Flop (FF, bereits beschrieben)
- zwei Analogschalter (S) zum Einschalten der positiven und negativen Bezugsspannung
- einen Polaritätsdetektor
- einen Zeitgeber zur Regelung der Messdauer
- eine Impulsausgangsschaltung die den 4-Dekadenzähler regelt.

Diese Schaltung zählt die vom ADC gelieferten Impulse.

Die Anzahl der gezählten Impulse wird gespeichert wonach ein Rückstellimpuls vom ADC den Zähler auf Null zurückstellt.
Ein neuer Messzyklus kann nun beginnen.
Ein Multiplexer verbindet abwechselnd jede Dekade des Speichers mit der Decodier-Steuerstufe, gleichzeitig entsteht ein Impuls, der den Anodenschalter der entsprechenden 7-Segment Anzeige "LED" steuert.
Über die Decodier-Steuerstufe wird die decodierte Ziffer an eine der vier 7-Segment Anzeige "LED's", deren Katoden parallel geschaltet sind, übertragen.
Nur diejenige Anzeige, deren Anodeschalter geschlossen ist, leuchtet auf.
Da die Schaltgeschwindigkeit 512 mal pro Sekonde ist, leuchten scheinbar alle Anzeigen zugleich auf.

# V. Installation



## V-1. ERDUNG

Das Gerät ist über das mitgelieferte 3-polige Netzkabel an eine Steckdose mit Schutzkontakt anzuschliessen.
Das Gehäuse des Gerätes ist dann über das oben erwähnte Kabel geerdet.
Falls es nicht möglich ist das Gerät über des Netzkabel zu erden, muss ein gesondertes Erdungskabel mit der Erdbuchse (13) an der Vorderseite des Gerätes verbunden werden (siehe Abb. 11, Seite 52).
Die örtlichen Sicherheitsvorschriften sind zu befolgen.

## V-2. NETZSPANNUNG

Das Gerät wird eingestellt für 220 V geliefert.
Durch die Transformatorwicklungen gemäss Abb. 9, Seite 48 zu verbinden, kann das Gerät bei folgenden Spannungen verwendet werden.

a. 220 V + 10%; -15% Sicherung 100 mA träge
b. 110 V + 10%; -15% Sicherung 200 mA träge

### V-2.1. Batteriespeisung

Für Batteriespeisung ist Wahlzubehör PM 9216 zu empfehlen, da es ein wesentlicher Bestandteil des Gerätes wird.

## V-3. BEDIENUNGSELEMENTE UND ANSCHLÜSSE

Frontplatte (Abb. 11, Seite 52)

| Nr. | Bezeichnung | Funktion |
|---|---|---|
| 1 | Numerische Anzeige<br>LED's<br>Dezimalpunkt | $3\frac{1}{2}$ stellige numerische Anzeige<br>Maximale Anzeige 1999<br>Sieben-Segment Anzeige<br>Automatische durch Bereichsschaltung gesetzt. |
| 2 | Polarität | + oder - automatische angezeigt in Übereinstimmung mit der Polarität von Gleichspannungs- oder Gleichstrommessungen. |
| 3 | Überlauf | Bei Überlauf zeigt die Hundertstelle 0 an, die anderen Ziffern sind gelöscht. |
| 4 | Power | Stromschalter |
| 5 | V⎓ | Gleichspannungsmessungen |
| 6 | V~ | Wechselspannungsmessungen |

| Nr. | Bezeichnung | Funktion |
|---|---|---|
| 7 | mA ⎓ | Gleichstrommessungen |
| 8 | mA ~ | Wechselstrommessungen |
| 9 | kΩ | Widerstandsmessungen |
| 10 | 20 MΩ | Widerstandsmessungen im 20 MΩ Bereich |
| 11 | Hold | Festhalten der Anzeige |
| 12 | Bereichwähler | Bereichswahl aller Funktionen mit Ausnahme des 20 MΩ Bereichs |
| 13 | ⊥ | Erdanschluss |
| 14 | 0 | Anschluss für Lo-Eingang |
| 15 | VΩ | Anschluss für gemeinsamen Hi-Eingang der Spannungs-Widerstandsmessungen |
| 16 | A | Anschluss für Hi-Eingang der Strommessungen |

# VI. Bedienung

## VI-1. EINSCHALTEN

Das Gerät kann von einer 110 oder 220 V Wechselspannung betrieben werden oder von einer Gleichspannung als Stromquelle.

### VI-1.1. Wechselstrom- Stromquelle

- Das Gerät an das Netz anschliessen
- Schalter POWER auf ON stellen (Abb. 11, Seite 52)
- Die Anzeige-LED's leuchten auf

### VI-1.2. Gleichspannungs-Stromquelle

Das Wahlzubehör PM 9216 ermöglicht die Anwendung des Gerätes auch wo keine Netzspeisung vorhanden ist.
Wenn die Betteriespeisungseinheit an das Gerät angeschlossen ist und auch Netzteil und Netz verbunden sind, dann wird die Ladeschaltung der Batteriespeisung wirksam.
Deshalb ist es wichtig das Gerät nur dann an das Netz anzuschliessen wenn die Batteriespeisung aufladbare Batterien enthält.

## VI-2. ELEKTRISCHE NULLEINSTELLUNG

- Anschlusspunkte "⊥", "0" und "VΩ" kurzschliessen
- Drucktaste V⎓ (Abb. 11, Seite 52) eindrücken
- Drucktaste 0.2 (Abb. 11, Seite 52) eindrücken
- Mit Hilfe von Potentiometer "0" auf der Frontplatte des Geräts die Anzeige auf .0000 V abgleichen (Abb. 11, Seite 52).

Anmerkung: Vor Durchführung der elektrischen Nullpunkteinstellung ist eine Anwärmezeit von 30 Minuten zu berücksichtigen.

## VI-3. MESSUNG

Allgemeine Anmerkungen:
- Für erdfreie Messungen sind die Anschlusspunkte "0" und "⊥" mit einem zusätzlichen Draht zu verbinden.
- Die Kapazität zwischen "0" und "⊥" beträgt etwa 1.8 nF.
- Die maximal zulässige Spannung zwischen "0" und "⊥" ist 500 V Gleichspannung oder 350 V Wechselspannung (50 Hz).

## VI-3.1. Gleichspannungsmessungen

- Drucktaste V⎓ eindrücken
- Richtigen Messbereich wählen
- Die Mess-Spannung an die Buchsen "0" und "VΩ" anschliessen

Anmerkungen:
- Die Polaritätsanzeige gibt die Polarität von Buchse "VΩ" in Bezug auf Buchse "0" an.
- Die maximal zulässige Spannung zwischen den Buchsen "VΩ" und "0" ist 1000 V Gleichspannung oder 600 V Wechselspannung (50 Hz).

## VI-3.2. Hochspannungen bis zu 30 kV mit Messkopf PM 9246

- Drucktaste V⎓ eindrücken
- Messkopf an Buchsen "0" und "VΩ" (Buchsen "0" und "⊥" müssen durchverbunden sein)
- Mit der Erdungsklammer des Messkopfs eine geeignete Erdverbindung herstellen
- Den 10 MΩ Bereich am Messkopf wählen
- Der Bereichswähler ermöglicht folgende Bereiche:

| Bereichswähler in Stellung | Hochspannungsbereich |
|---|---|
| 20 V | 2 kV maximal |
| 200 V | 20 kV maximal |
| 1000 V | 30 kV maximal (siehe Anmerkung) |

Anmerkungen:
- Maximal zulässige Gleichspannung 30 kV (Bereichsende ist 100 kV)
- Die Position des Dezimalpunktes ist zu beachten.

## VI-3.3. Wechselspannungsmessungen

- Drucktaste mA~ eindrücken
- Richtigen Messbereich wählen
- Die zu messende Spannung an Buchsen "0" und "VΩ" anschliessen.

Anmerkung:
- Maximal zulässige Spannung zwischen Buchsen "0" und "VΩ" beträgt 500 V Gleichspannung und 600 V Wechselspannung (50 Hz).

## VI-3.4. UHF-Spannungen mit Messkopf PM 9200 und T-Stück PM 9250

- Drucktaste V⎓ eindrücken
- Den Messkopf an die Buchsen "0" und "VΩ" anschliessen Erdungsstift an Buchse "0" (Buchsen "0" und "⊥" müssen miteinander verbunden sein)
- Den Messbereichsschalter auf den erforderlichen Wert stellen.

Anmerkungen:
- An den Messkopf dürfen Spannungen von maximal 16 $V_{eff}$ angeschlossen werden.
- Der Korrekturfaktor der Eichkurve des Messkopfes muss berücksichtigt werden.

## VI-3.5. Gleichstrommessungen

- Drucktaste mA ⎓ eindrücken
- Richtigen Messbereich wählen
- Die zu messende Stromquelle zwischen Buchsen "0" und "A" anschliessen.

Anmerkungen:
- Der Polaritätsanzeiger zeigt die Polarität an Buchse "A" gegenüber der an Buchse "0" an.
- Maximal zulässiger Strom zwischen Buchsen "0" und "A" beträgt 2 A.

## VI-3.6. Gleich- und Wechselströme (max. 1 kHz) bis 31,6 A mit dem Parallelwiderstand PM 9244

- Eine der Tasten V⎓ oder V~ drücken
- Die Anschlüsse + und - des Parallelwiderstandes PM 9244 an die Buchsen "VΩ" und "0" anschliessen.
- Den Bereichschalter auf 200 mV stellen
- Die Stromquelle, je nach Höhe des Stromes, an die Buchsen - und 10 A bzw. 31,6 A anschliessen
- Mit Schalter SK1 (Abb. 5 , Seite 40) kann die vom Parallelwiderstand PM 9244 abgenommende Spannung von 100 mV auf 31,6 mV umgeschaltet werden.

## VI-3.7. Wechselstrommessungen

- Drucktaste mA ~ eindrücken
- Richtigen Messbereich wählen
- Die zu messende Stromquelle zwischen Buchsen "0" und "A" anschliessen

Anmerkung:
- Maximal zulässiger Strom zwischen Buchsen "0" und "A" beträgt 2 A.

## VI-3.8. Wechselströme bis zu 100 A mit Stromwandler PM 9245

- Wechselstrom-Messart wählen
- Anschlüsse des Wandlers PM 9245 mit Buchsen "0" und "1" verbinden
- Bereichswähler auf Stellung 200 mA einstellen
- Den Stromleiter in die Öffnung des Wandlers legen
- Maximal zulässiger Wechselstrom 100 A
- Frequenzbereich 45 Hz - 1 kHz.

## VI-3.9. Widerstandsmessungen

- Drucktaste kΩ oder 20 kΩ eindrücken
- Den unbekannten Widerstand mit Buchsen "0" und "VΩ" verbinden
- Richtigen Messbereich wählen

Anmerkungen:
- Der Mess-Strom beträgt : 1 mA für die 200 Ω und 2 kΩ Bereiche
  10 µA für die 20 kΩ und 200 kΩ Bereiche
  100 nA für die 2 MΩ und 20 MΩ Bereiche
- Halbleiter können in der Flussrichtung im 2 kΩ Bereich gemessen werden. Die Anzeige gibt die Diodenspannung in Flussrichtung von 1 mA wieder. Buchse "VΩ" ist in Bezug auf Buchse "0" positiv.

# I. Introduction

## GENERALITES

Le multimètre digital PM 2522 est un appareil à $3\frac{1}{2}$ chiffres précis avec affichage maximal 1999. Pour obtenir un affichage clair et net, l'appareil est pourvu de diodes LED à 7 segments. La commutation de gamme et de fonction se fait manuellement à l'aide de boutons-poussoirs.

L'appareil peut être utilisé aux mesures suivantes:

- tensions continues de 100 µV à 1000 V
- tensions alternatives de 100 µV à 500 $V_{eff}$
- courants continus de 100 nA à 2 A
- courants alternatifs de 100 nA à 2 $A_{eff}$
- résistances de 100 mΩ à 20 MΩ

La protection de toutes les fonctions de mesure est prévue jusqu'à 250 V au moins.
La polarité des tensions et des courants continus est indiquée automatiquement.
Le point décimal est réglé automatiquement en commutant les gammes.
Le maintien de l'affichage est obtenu à l'aide du bouton-poussoir "Hold".
Etant donné les gammes et les fonctions, la précision et la construction, l'appareil est un multimètre idéal d'usage universel pour les chaînes de production ou en laboratoires, ainsi qu'à des fins d'entretien et de formation.

# II. Caractéristiques techniques

Les propriétés exprimées en valeurs numériques avec tolérances sont garanties par l'usine. Les valeurs numériques sans indication de tolérance sont indiquées à titre d'information et correspondent aux propriétés d'un appararеil moyen.

## II-1. CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES

### II-1.1. Mesure de tension continue

Gamme - 100 µV à 1000 V divisée en 5 gammes.

| Gammes: | |
|---|---|
| 200 | mV |
| 2 | V |
| 20 | V |
| 200 | V |
| 1000 | V |

Résolution - 100 µV

Résistance d'entrée - 10 MΩ dans toutes les gammes

Capacité d'entrée - 100 pF

Précision - ± 0,1% d'affichage; ± 0,1% de gamme dans les gammes 0,2; 2; 20; 200 V.
± 0,2% d'affichage; ± 0,2% de gamme dans la gamme 1000 V.

Coefficient de température - ± 1 chiffre / 3°C

Tension maximale admise - 1000 $V_{eff}$

II-1.2. Mesure de tension alternative

Gamme - 100 µV à 600 V divisée en 5 gammes:

| Gammes: | |
|---|---|
| 200 | $mV_{eff}$ |
| 2 | $V_{eff}$ |
| 20 | $V_{eff}$ |
| 200 | $V_{eff}$ |
| 600 | $V_{eff}$ |

Résolution - 100 $\mu V_{eff}$

Impédance d'entrée - 10 MΩ // 60 pF dans toutes les gammes

Précision

| Gamme | Frequence | Erreur de fonctionnement |
|---|---|---|
| 0,2; 2; 20 et 200 $V_{eff}$ | 100 Hz à 10 kHz | 0,3% d'affichage<br>0,3% de gamme |
| 0,2; 2; 20 et 200 $V_{eff}$ | 30 Hz à 100 Hz et 10 kHz à 30 kHz | 0,5% d'affichage<br>0,5% de gamme |
| 600 $V_{eff}$ | 30 Hz à 100 Hz | 0,5% d'affichage<br>0,5% de gamme |

Coefficient de température - ± 1 chiffre / 3°C

Tension maximale admise - 600 $V_{eff}$ (50 Hz)

II-1.3. Mesure de courant continu

Gamme - 200 nA à 2 A divisée en 5 gammes.

| Gammes: | |
|---|---|
| 200 | µA |
| 2 | mA |
| 20 | mA |
| 200 | mA |
| 2 | A |

Résolution - 100 nA

Chute de tension - < 250 mV dans la gamme 0,2; 2; 20; 200 mA
< 600 mV dans la gamme 2 A

Précision - ± 0,25% d'affichage; ± 0,25% de gamme

Coefficient de température - ± 1 chiffre / 3°C

Courant maximal admis - 2 A

## II-1.4. Mesure de courant alternatif

| | |
|---|---|
| Gamme | - 200 nA à 2 $A_{eff}$ divisée en 5 gammes.<br>Gammes: 200 $\mu A_{eff}$<br>2 $mA_{eff}$<br>20 $mA_{eff}$<br>200 $mA_{eff}$<br>2 $A_{eff}$ |
| Résolution | - 100 nA |
| Chute de tension | - < 250 mV dans la gamme 0,2; 2; 20; 200 $mA_{eff}$<br>< 600 mV dans la gamme 2 $A_{eff}$ |
| Précision | - 0,25% d'affichage; 0,25% de gamme |
| Fréquence | - 30 Hz à 1 kHz |
| Coefficient de température | - $\pm$ 1 chiffre / 3°C |
| Courant maximal admis | - 2 $A_{eff}$ |

## II-1.5. Mesure de résistance

| | |
|---|---|
| Gamme | - 0,1 Ω à 20 MΩ divisées en 6 gammes.<br>Gammes: 200 Ω<br>2 kΩ<br>20 kΩ<br>200 kΩ<br>2 MΩ<br>20 MΩ |
| Résolution maximale | - 0,1 Ω |
| Courant de mesure | - 1 mA dans la gamme 0,2 et 2 Ω<br>10 µA dans la gamme 20 et 200 kΩ<br>100 nA dans la gamme 2 et 20 MΩ |
| Tension maximale avec bornes non-connectées | - 12 V |
| Précision | - $\pm$ 0,3% d'affichage; $\pm$ 0,2% de gamme |
| Coefficient de température | - $\pm$ 1 chiffre / 3°C |
| Résistance maximale | - 20 MΩ |
| Semi-conducteurs | - peuvent être mesurés dans le sens de conduction dans la gamme 20 kΩ, en sens inverse dans les gammes supérieures. |

## II-2. CARACTERISTIQUES GENERALES

| | |
|---|---|
| Système de conversion | - Système de modulation d'impulsion triangulaire |
| Affichage maximal | - 1999 |
| Nombre de chiffres | - $3\frac{1}{2}$ |
| Commande d'affichage | - série, fréquence de balayage 512 Hz |
| Représentation de résultat et polarité | - diodes LED à sept segments |
| Sélection de gamme | - Manuelle à l'aide de boutons-poussoirs |
| Sélection de fonction | - Manuelle à l'aide de boutons-poussoirs |
| Indication de dépassement | - La lampe des centaines indique 0, les autres sont éteintes. |
| Point décimal | - Réglé automatiquement par le sélecteur de gammes |
| Entrée de mesure | - Flottante |
| Réjection en mode commun | - 60 dB |
| Réjection en mode série | - 100 dB |
| Signal de mode commun maximal | - 500 V continu; 350 V alternatif; 50 Hz |
| Capacité entre commun et terre | - 1,8 nF |
| Température ambiante | - 0 à 45°C |
| Dérive du point zéro | - $\pm$ 1 chiffre / 4°C |
| Tension maximales d'entrée | - Gamme / Valeur<br>V continu : 1000 V continu 600 V alternatif (50Hz)<br>V alternatif : 500 V continu 600 V alternatif (50Hz)<br>Gamme de courant : $\leq$ 250 V continu ou alternatif<br>Gammes de résistance : $\leq$ 250 V continu ou alternatif<br>Dans les gammes .2 et 2 kΩ un fusible saute dès que la tension est $\geq$ 30 V continu ou alternatif. |
| Tension secteur | - 110 ou 220 V +10; -15%<br>(Adaptable à l'aide de connexions volantes internes) |
| Unité d'alimentation de batterie | - PM 9216 : durée de fonctionnement: env. 8 heures<br>temps de recharge : env. 15 heures |
| Consommation | - 12 VA |
| Dimensions | - hauteur $\pm$ 95 mm<br>largeur $\pm$ 235 mm<br>profondeur $\pm$ 280 mm |
| Poids | - $\pm$ 2,0 kg |

# III. Accessoires

## III-1. FOURNIS AVEC L'APPAREIL

Jeu de cordons de mesure avec pointe de touche PM 9260
Cordon secteur tripolaire
Mode d'emploi

## III-2. EN OPTION

Sonde HT PM 9246 (Fig. 4, page 40)

La sonde HT PM 9246 est appropriée à la mesure de tensions continues jusqu'à 30 kV.
Il est possible d'utiliser la probe PM 9246 pour des instruments de mesure avec une impédance d'entrée de 100 MΩ, 10 MΩ et 1.2 MΩ (sélectionable).

CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

| | |
|---|---|
| Tension maximale | 30 kV |
| Attenuation | 1000 x |
| Impédance d'entrée | 600 MΩ ± 5% |
| Précision | ± 3% pour instruments avec impédance d'entrée de 100 MΩ et 10 MΩ<br>± 5% pour instruments avec impédance d'entrée de 1.2 MΩ |

Attention:
Veiller à effectuer une bonne connection de terre.

Sonde UHF PM 9200 (Fig. 1, page 40)

La sonde UHF PM 9200 convient à la mesure des tensions alternatives comprises entre 10 mV et 16 V.

| | |
|---|---|
| Gamme de frequence | 100 kHz ... 800 MHz |
| Réponse de fréquence | 100 kHz ... 1 MHz ± 10%<br>1 MHz .. 300 MHz ± 5%<br>300 MHz .. 800 MHz ± 10% |
| Impédance d'entrée | 1 MHz : 110 kΩ<br>10 MHz : 80 kΩ<br>50 MHz : 25 kΩ |
| Capacité d'entrée | 2 pF |
| Tension maximale admissible sur la sonde | 450 V CC |

Aux fréquences supérieures à 30 MHz, ces tolérances ne sont valables que si on emploie le Té connecteur PM 9250.

Té connecteur UHF PM 9250 (Fig. 2, page 40)

| | |
|---|---|
| Impédance | 50 Ω |
| Réponse de fréquence | 0,1 ... 1000 MHz |
| Taux d'ondes stationnaires | 0,1 ... 800 MHz : 1,1<br>800 ... 1000 MHz : 1,2 |

Transformateur de courant PM 9245 (Fig. 3, page 40)

Avec ce transformateur il est possible de mesurer les courants alternatifs supérieurs à 10 A jusque 100 A.

| | |
|---|---|
| Rapport de transformation | 1000 x (100 A = 100 mA) |
| Erreur de transformation | ± 3% |
| Gamme de fréquence | 45 Hz ... 1 kHz |
| Perte de tension au secondaire | < 200 mV |
| Tension maximale par rapport à la terre | 400 V CA |
| Entrefer maximal | 0,05 mm |

Connecter le transformateur de courant à l'instrument avant d'effectuer la mesure.
Eviter la pollution des composants du circuit magnétique.

Shunt PM 9244 (Fig. 5, page 40)

Ce shunt permet de mesurer des courants continus et alternatifs (1 kHz max.) jusque 31,6 A.

| | |
|---|---|
| Gamme de courant | 10 A et 31,6 A |
| Tension de sortie | 100 mV et 31,6 mV |
| Précision | 100 mV : ± 1%<br>31,6 mV : ± 2% |
| Dissipation de puissance | 3,16 W maxi |
| Dimensions | hauteur : 55 mm<br>largeur : 140 mm<br>profondeur : 65 mm |

Bloc de batteries PM 9216

Ce bloc peut être monté à l'arrière de l'appareil et permet l'alimentation par batteries.
Les accumulateurs sont rechargeables par l'intermédiaire de l'alimentation de l'appareil.

Caractérisques:

| | |
|---|---|
| Tension | 5 V |
| Capacité | 3,5 Ah |
| Courant de charge maximal | 35 mA |
| Temps de fonctionnement avec PM 2522 | env. 8 heures |
| Temps de recharge | env. 15 heures |

L'appareil peut être utilisé pendant la charge.

# IV. Principe de fonctionnement

## IV-1. CIRCUIT D'ENTREE

Le circuit d'entrée sert à appliquer une tension continue de 2 V à l'entrée ADC en fin de gammes.

Les sections analogues convertissent tous les signaux d'entrée en signal de 2 V, à savoir tensions continues et alternatives, courants continus et alternatifs et résistances.
Pour les tensions continues et alternatives, le même diviseur est utilisé.

Le signal atténué est appliqué à un amplificateur 1 x ou 10 x avec sortie 2 V continue ou 2 $V_{eff}$.
En cas de mesures alternatives le signal de sortie de l'amplificateur est appliqué à un convertisseur alternatif-continu, lequel est déclenché lors de mesures continues.

Les courants appliqués à l'entrée A sont convertis en tensions par des shunts.

Ces tensions sont également appliquées à l'amplificateur 1 x ou 10 x pour ensuite être conduites à ADC directement ou, dans le cas de courants alternatifs, par l'intermédiaire du convertisseur alternatif / continu.

Les courants suivants sont utilisés dans les gammes suivantes:

| Ranges | Courant | Tension de mesure (fin de gamme) |
|---|---|---|
| 200 Ω | 1 mA | 200 mV |
| 2 kΩ | 1 mA | 2 V |
| 20 kΩ | 10 µA | 200 mV |
| 200 kΩ | 10 µA | 2 V |
| 2 MΩ | 100 nA | 200 mV |
| 20 MΩ | 100 nA | 2 V |

La tension de mesure par la résistance inconnue est appliquée à ADC par l'intermédiaire de l'amplificateur 1 x ou 10 x.

## IV-2. SECTION DIGITALE

Le convertisseur analogue-digital du PM 2522 est basé sur le principe de modulation d'impulsion triangulaire.
Ce système d'intégration assure une bonne linéarité et réjection en mode série.
De plus, le circuit contient un minimum d'éléments critiques, car la précision de la tension de référence n'est importante que pour la précision de ADC.

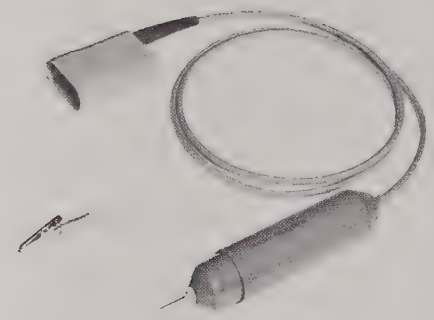


Fig. 1

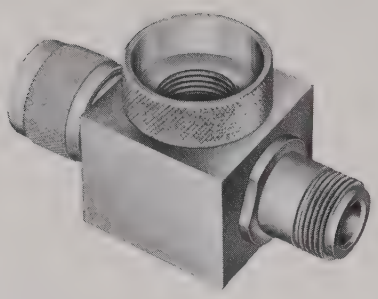


Fig. 2

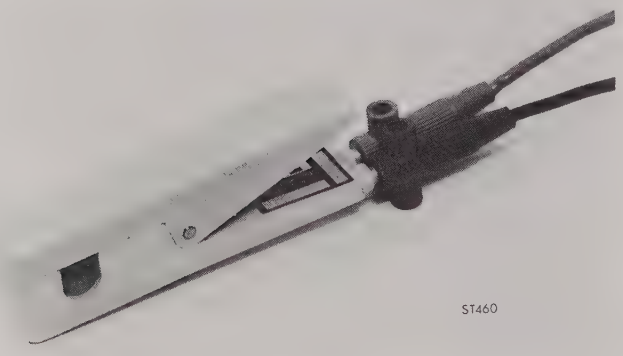



Fig. 3

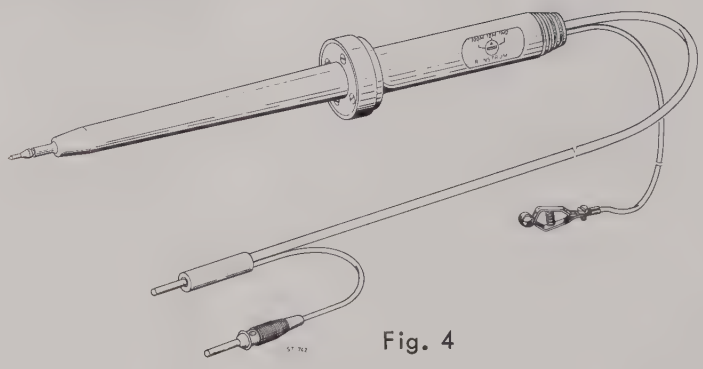


Fig. 4

Fig. 5

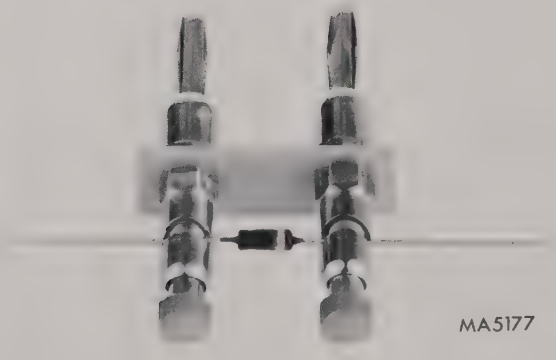
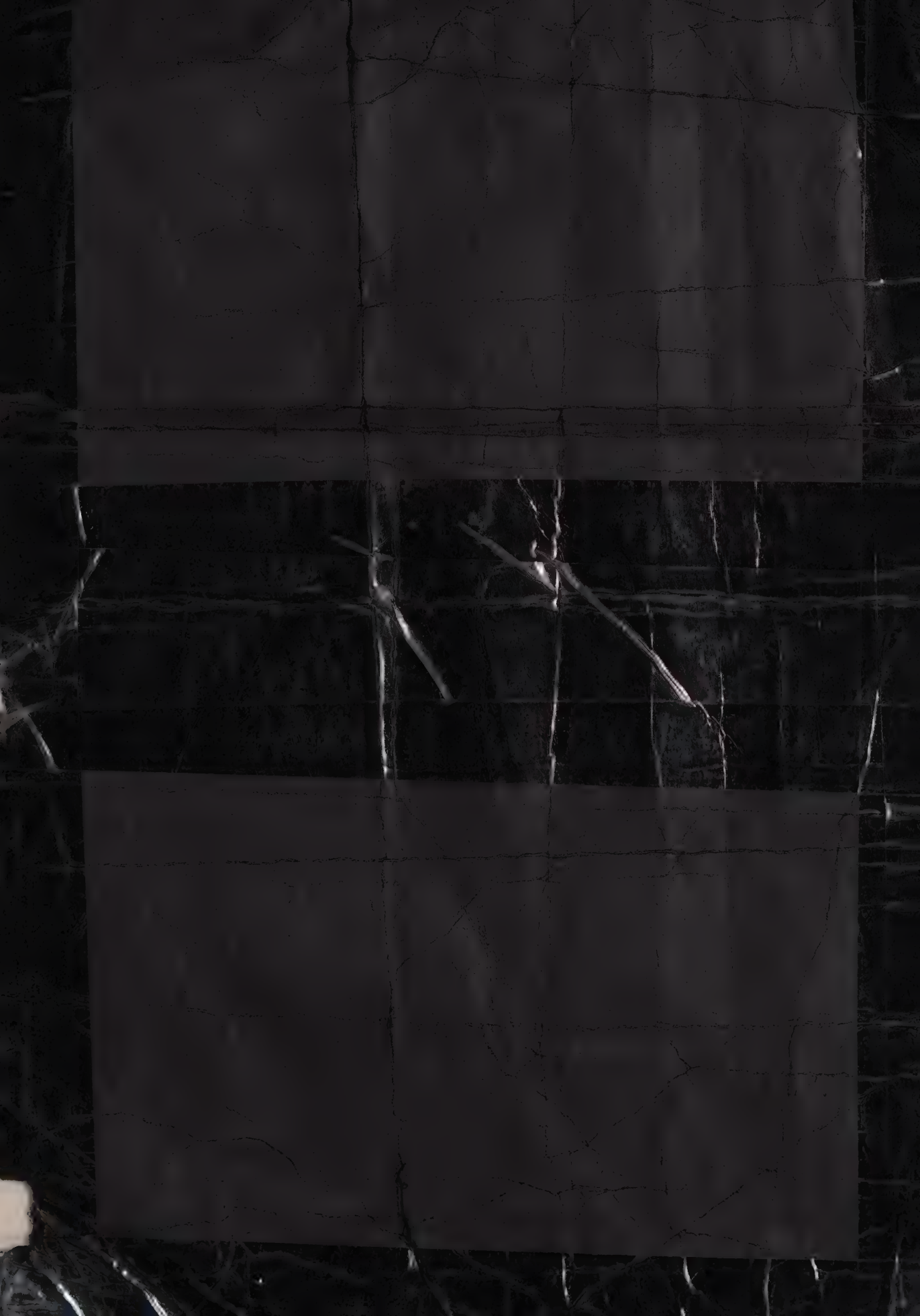



Fig. 6



Le circuit de base de ADC est illustré à la figure 7 . Il fonctionne comme suit:

La tension d'entrée $V_x$ est comparée avec la tension $V_c$ à l'aide d'un comparateur.

La sortie de ce dernier commande le commutateur S par un flip-flop et ce de telle sorte que la tension de référence positive ($+V_{REF}$) soit connectée à R1 lorsque $V_c < V_x$ ou la tension de référence négative ($-V_{REF}$) lorsque $V_c > V_x$.

A supposer que $V_x$ est positive par rapport à $V_c$ et le commutateur S en position $+V_{REF}$.
Ceci correspond à la charge du condensateur jusqu'à ce que $V_c$ excède $V_x$.
A la première impulsion d'horloge suivant $V_c > V_x$, le flip-flop FF est mis en circuit; le commutateur S est mis en position $-V_{REF}$. Le condensateur C1 est déchargé jusqu'à ce que $V_c$ devienne plus petit que $V_x$. Alors, le commutateur est remis en position de démarragge (S en position $+V_{REF}$) à l'impulsion d'horloge suivante.

Vu la méthode de compensation appliquée, la valeur moyenne de $V_c$ est égale à $V_x$ . Si $V_x$ présente une valeur constante (niveau continu), la charge moyenne du condensateur C1 doit également être constante. Ceci signifie que la charge appliquée ($Q_c$) est égale à la charge obtenue ($Q_d$) lorsque l'intégration se fait sur une longue période (temps de mesure $t_m$).

Charge appliquée: $$Q_c = \frac{+V_{REF} \quad -V_c}{R} \cdot t_c$$

Charge obtenue: $$Q_d = V_x = \frac{t_c \quad -t_d}{t_c \quad +t_d} \cdot V_{REF} \text{ ou } V_x = \left( \frac{t_c}{t_c \quad +t_d} - \frac{t_d}{t_c \quad +t_d} \right) V_{REF}.$$

$t_c$ étant la somme des temps de charge, $t_d$ la somme des temps de décharge pendant le temps $t_m$ ($+V_{REF}$ et $-V_{REF}$ ont la même valeur absolue).

En comptant le nombre d'impulsions d'horloge pendant le temps de charge ($t_c$) et soustrayant les impulsions d'horloge pendant le temps de décharge ($t_d$), on obtient un certain nombre d'impulsions d'horloge correspondant à la tension d'entrée.

A supposer: $N$ = le nombre total d'impulsions d'horloge pendant $t_m$

$T$ = la durée de l'impulsion d'horloge

Dans ce cas $t_m$ = temps de mesure = $NT = t_c + t_d$.

Lorsque n impulsions d'horloge sont utilisées pendant $t_c$, N-n impulsions sont utilisées pendant $t_d$ , de sorte que $V_x$ devient $$V_x = \frac{nT - (NT - nT)}{NT} V_{REF} = \frac{2n - N}{N} V_{REF}.$$

Si $2n - N = n'$ = nombre d'impulsions à compter, $$n' = V_x \frac{N}{V_{REF}}$$

N est un nombre fixe d'impulsions déterminé par une minuterie et est de 2046. Lorsqu'on utilise une tension de référence de 2046 V, la formule devient:

$$n' = 1000\, V_x \quad (V_x \text{ exprimé en volts})$$

(Dans le PM 2522 le condensateur C1 est connecté entre les entrées du comparateur afin d'obtenir une meilleure réjection en mode série).

Le comptage des impulsions se fait dans un compteur inclus dans un circuit intégré MOS.
Ce circuit contient également:

- un flip-flop d'entrée (FF, décrit précédemment)
- deux commutateur analogues (S) servant à commuter la tensions de référence positive et négative
- un détecteur de polarité
- une minuterie pour commander le temps de mesure
- un circuit de sortie qui commande le compteur à 4 décades.

Ce dernier compte les impulsions fournies par ADC.

Le nombre d'impulsions comptées sont transférées à une mémoire, après quoi le compteur est remis à zéro par une impulsion en provenance de ADC.
Un nouveau cycle de mesure est alors démarré.
Un multiplexeur connecte alternativement chaque décade de la mèmoire à l'étage de commande du décodeur; dans le même temps une impulsion est produite laquelle commande de le commutateur de tension anodique de la diode LED correspondante.
Le nombre décodé par le décodeur est transféré à une des quatre diodes LED dont les cathodes sont mises en parallèle.
Seul l'indicateur dont le commutateur d'anode est fermé est allumé.
Etant donné que la vitesse de commutation est de 512 fois par seconde, tous les indicateurs doivent s'allumer en même temps.

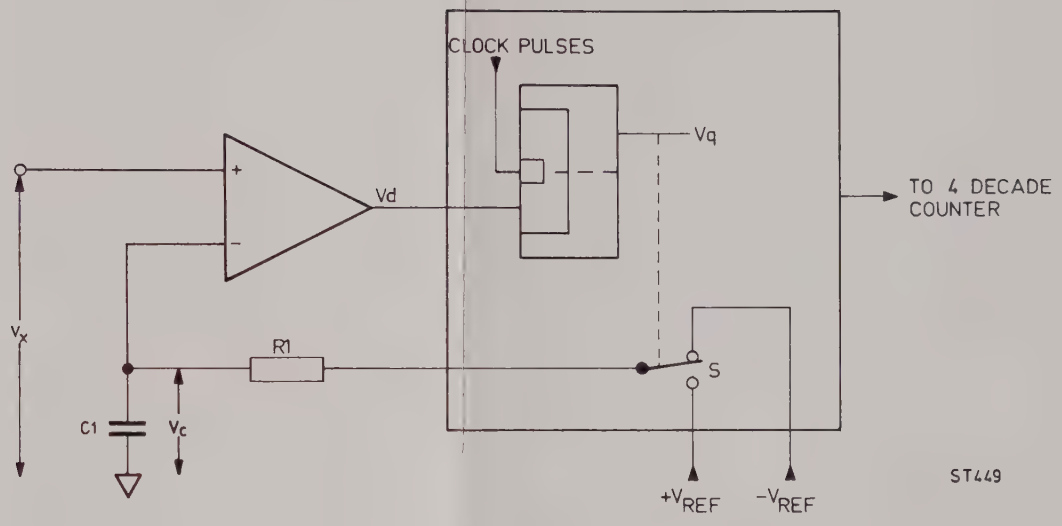

CLOCK PULSES
Vq
TO 4 DECADE COUNTER
Vd
+
−
Vx
R1
S
C1
Vc
+VREF
−VREF
ST449

Fig. 7

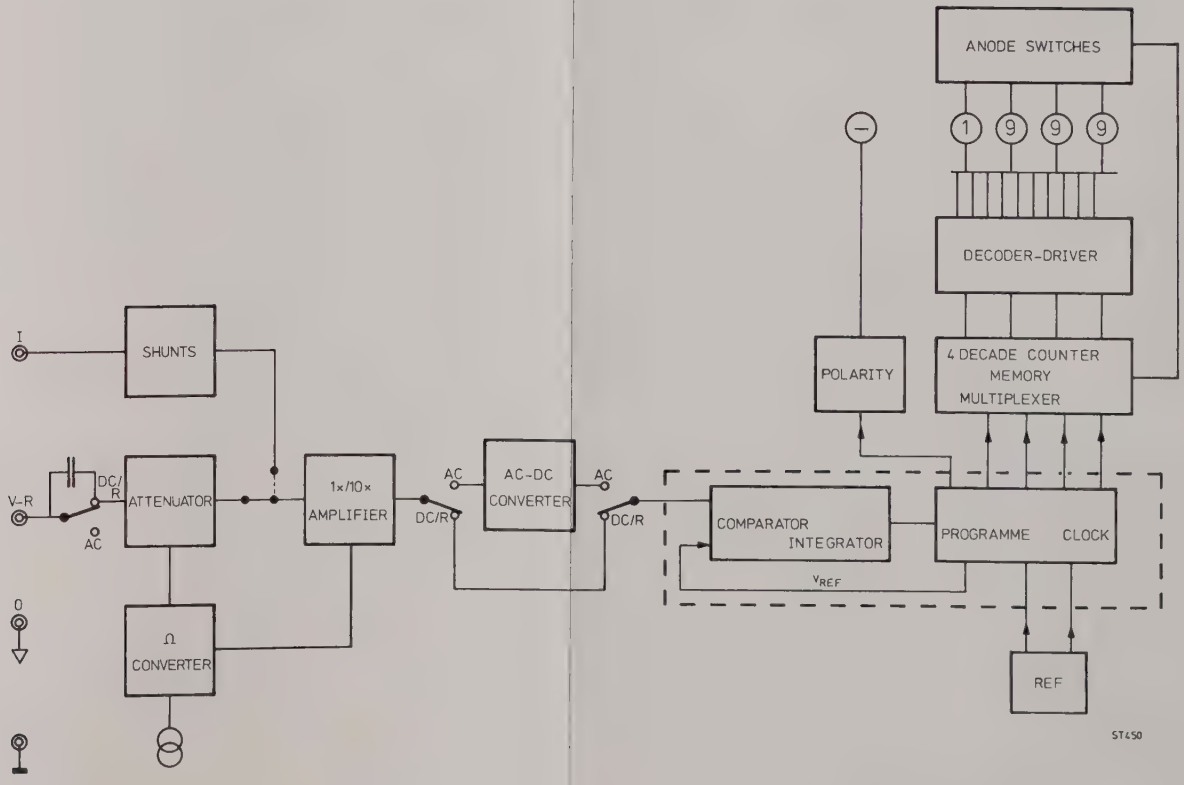
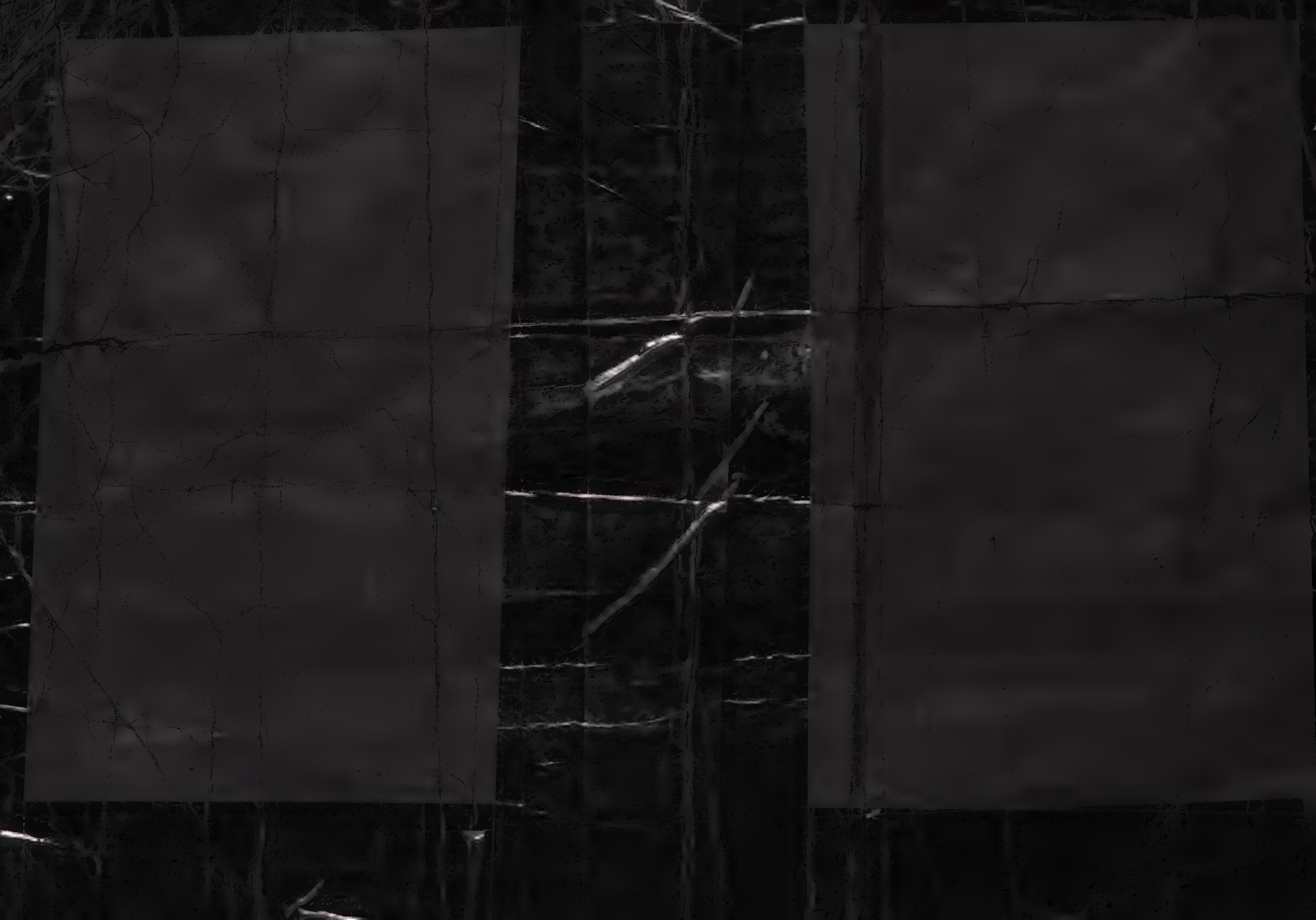

ANODE SWITCHES
1
9
9
9
DECODER-DRIVER
POLARITY
4 DECADE COUNTER MEMORY MULTIPLEXER
I
SHUNTS
V-R
DC/R
ATTENUATOR
AC
1×/10×
AMPLIFIER
AC
DC/R
AC-DC CONVERTER
AC
DC/R
COMPARATOR INTEGRATOR
PROGRAMME
CLOCK
VREF
Ω
CONVERTER
REF
ST450

Fig. 8



# V. Mise en place



## V-1. MISE A LA TERRE

L'appareil doit être branché à une prise murale avec terre par l'intermédiaire du cordon secteur tripolaire compris à la livraison.
Le boîter de l'appareil est alors mis automatiquement à la terre par le cordon mentionné ci-avant. Aus cas où l'appareil ne peut pas être mis à la terre par le cordon secteur, un câble de terre séparé doit être connecté à la borne de terre (13) à l'avant de l'appareil (voir Fig. 11, page 52). Ce faisant, il faut toujours tenir compte des règles de sécurité locales.

## V-2. ALIMENTATION SECTEUR

L'appareil est réglé sur 220 V à l'usine.
La connexion des enroulements de transformateur (voir Fig. 9 , page 48) permet d'utiliser l'appareil aux tension suivantes.

a. 220 V + 10%; -15% fusible 100 mA temporisé
b. 110 V + 10%; -15% fusible 200 mA temporisé

### V-2.1. Alimentation par batterie

L'accessoire en option PM 9216 est recommandé pour l'alimentation par batterie, car il devient partie intégrale de l'appareil.

## V-3. COMMANDES ET CONNECTEURS

Panneau avant (Fig. 11, page 52).

| No. | Nom | Fonction |
|---|---|---|
| 1 | Numérique<br>Affichage<br>LED<br>Point décimal | Affichage numérique à $3\frac{1}{2}$ chiffres<br>Affichage maximal 1999<br>Sept segments<br>Positionné automatiquement par la commutation de gamme |
| 2 | Polarité | + ou - automatiquement indiqué conformément à la polarité de mesure de tension continue et de courant continu |
| 3 | Dépassement | En cas de dépassement la lampe des centaines indique zéro, les autres lampes étant éteintes. |
| 4 | Puissance | Commutateur de puissance |
| 5 | V⎓ | Mesure de tension continue |
| 6 | V~ | Mesure de tension alternative |

| No. | Nom | Fonction |
|---|---|---|
| 7 | mA ⎓ | Mesure de courant continu |
| 8 | mA ~ | Mesure de courant alternatif |
| 9 | kΩ | Mesure de résistance |
| 10 | 20 MΩ | Mesure de résistance dans la gamme 20 MΩ |
| 11 | Hold | Maintien d'affichage |
| 12 | Sélecteur de gammes | Sélection des gammes pour toutes fonctions à l'exception de la gamme 20 MΩ |
| 13 | ⊥ | Borne de terre |
| 14 | 0 | Borne d'entrée Lo |
| 15 | VΩ | Borne d'entrée Hi combinée pour mesures de tension et de résistance |
| 16 | A | Borne d'entrée Hi pour mesures de courant |

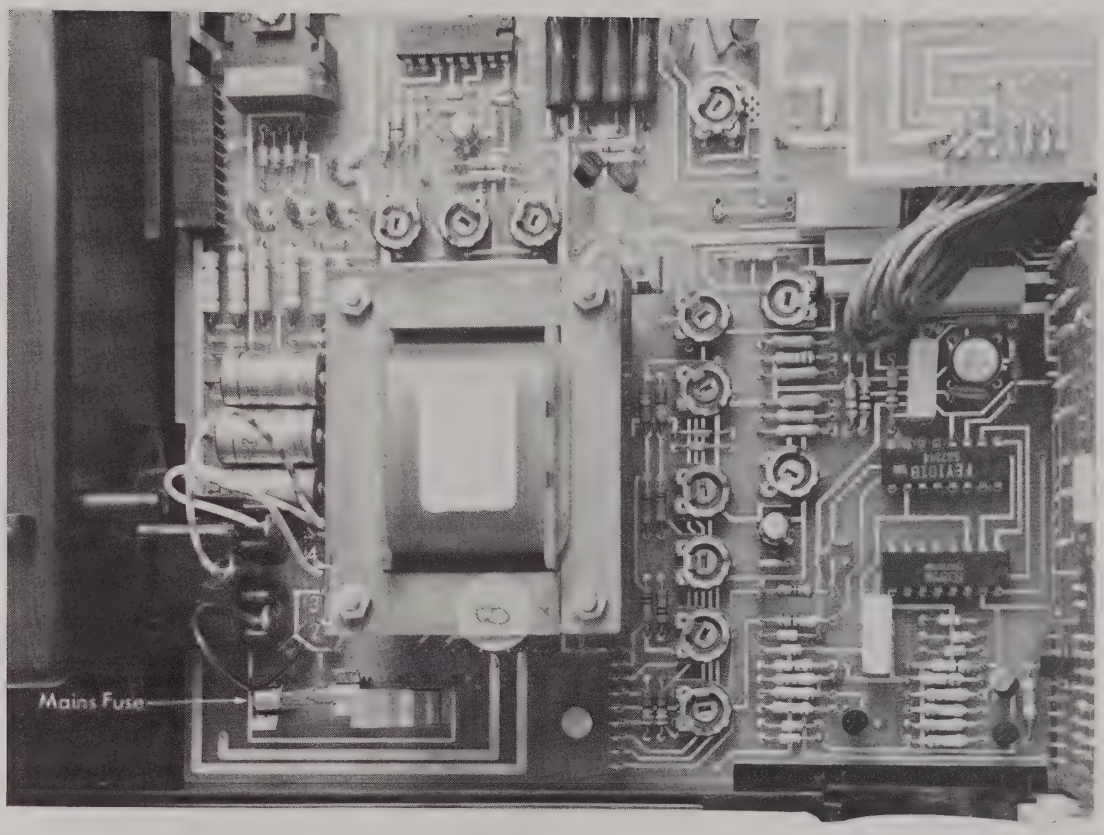



Fig. 9

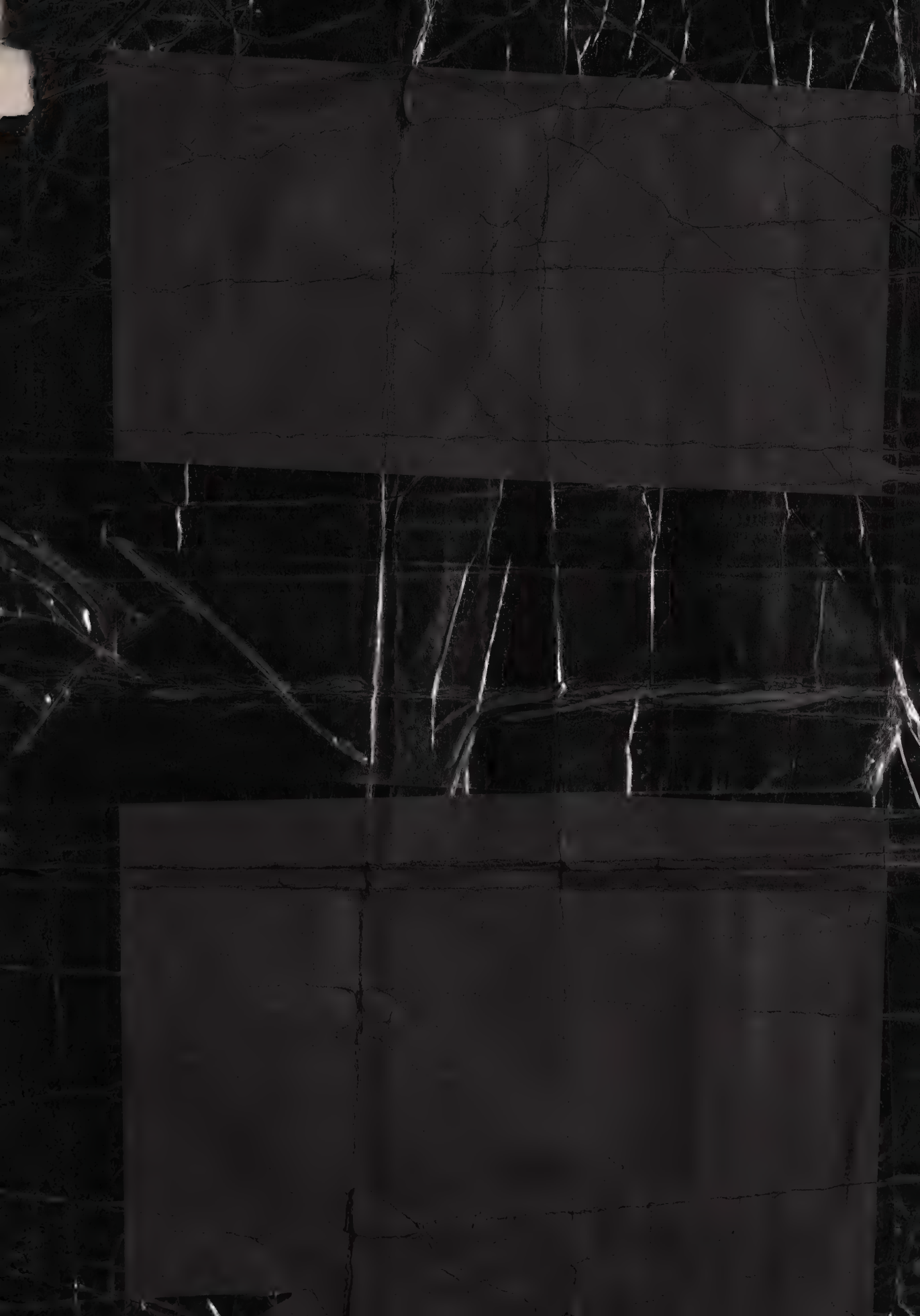
ST1070

220 V : interconnect - 2 and 3

110 V : disconnect - 2 and 3
interconnect - 1 and 3
- 2 and 4

ST1069

Fig. 10



# VI. Mise en oeuvre

## VI-1. ENCLENCHEMENT

L'appareil peut fonctionner sur 110 ou 220 V source alternative ou source continue.

### VI-1.1. Source alternative

- Brancher l'appareil au secteur
- Mettre le commutateur POWER sur ON (Fig. 11, page 52)
- Les diodes LED d'affichage sont allumées.

### VI-1.2. Source continue

Il est possible, en s'aidant de l'accessoire en option PM 9216, d'utiliser l'appareil à des endroits où il n'y a pas de prise secteur.
Lorsque l'alimentation par batterie est connectée à l'appareil, lequel est branché au secteur le circuit de charge de la batterie est enclenché.
A remarquer qu'alors le multimètre doit uniquement être branché lorsque le compartiment contient des batteries rechargeables.

## VI-2. REGLAGE ELECTRIQUE DU ZERO

- Court-circuiter les bornes d'entrée "⊥", "0" et "VΩ"
- Enfoncer le bouton-poussoir V⎓ (Fig. 11, page 52)
- Enfoncer le bouton-poussoir 0,2 (Fig. 11, page 52)
- Régler l'affichage sur .0000 V à l'aide du potentiomètre "0" sur le panneau avant de l'appareil (Fig. 11, page 52).

Remarque: Avant de procéder au réglage électrique du zéro, un temps de chauffage de 30 minutes est recuis.

## VI-3. MESURE

Remarques générales:
- Pour des mesures non flottantes connected les bornes "0" et "⊥" à l'aide d'un fil accessoire.
- La capacité entre "0" et "⊥" est d'environ 1,8 nF.
- La tension maximale admise entre "0" et "⊥" est de 500 V continu ou 350 V alternatif (50 Hz).

VI-3.1. Mesures de tension continue

- Enfoncer le bouton-poussoir V⎓
- Sélectionner la gamme de mesure exacte
- Connecter la tension de test aux bornes "0" et "VΩ".

Remarques:
- L'indicateur de polarité indique la polarité à la borne "VΩ" per rapport à la borne "0".
- La tension maximale admise entre les bornes "VΩ" et "0" est de 1000 V continu ou 600 V alternatif (50 Hz).

VI-3.2. Très hautes tensions jusqu'à 30 kV avec sonde PM 9246

- Enfoncer le bouton-poussoir V⎓
- Connecter la sonde aux bornes "0" et "VΩ" les bornes "0" et "⊥" doivent être interconnectées)
- Connecter la borne de terre de la sonde à une terre appropriée
- Choisir la gamme 10 MΩ sur la sonde
- La gammes suivantes peuvent être choisies à l'aide du sélecteur de gammes.

| Sélecteur de gammes | Gamme HT |
|---|---|
| 20 V | 2 kV max. |
| 200 V | 20 kV max. |
| 1000 V | 30 kV max. |

Remarques:
- Tension continue maximale admise 30 kV (fin de gamme 100 kV)
- La position du point décimal doit être observée.

VI-3.3. Mesures de tension alternative

- Enfoncer le bouton-poussoir V~
- Choisir la gamme de mesure appropriée
- Connecter la tension de test aux bornes "0" et "VΩ".

Remarque:
- La tension maximale admise entre les bornes "VΩ" et "0" est 500 V continu ou 600 V alternatif (50 Hz).

VI-3.4. Tensions UHF avec sonde PM 9200 et connecteur-T PM 9250

- Enfoncer le bouton-poussoir V⎓
- Connecter la sonde aux bornes "0" et "VΩ", la fiche de terre étant raccordée à "0" (les bornes "0" et "⊥" doivent être interconnectés).
- Mettre le sélecteur de gamme de mesure en position requise.

Remarques:
- La tension maximale admise sur la sonde est de 16 $V_{eff}$.
- Le facteur de correction sur la courbe d'étalonnage de la sonde doit être pris en considération.

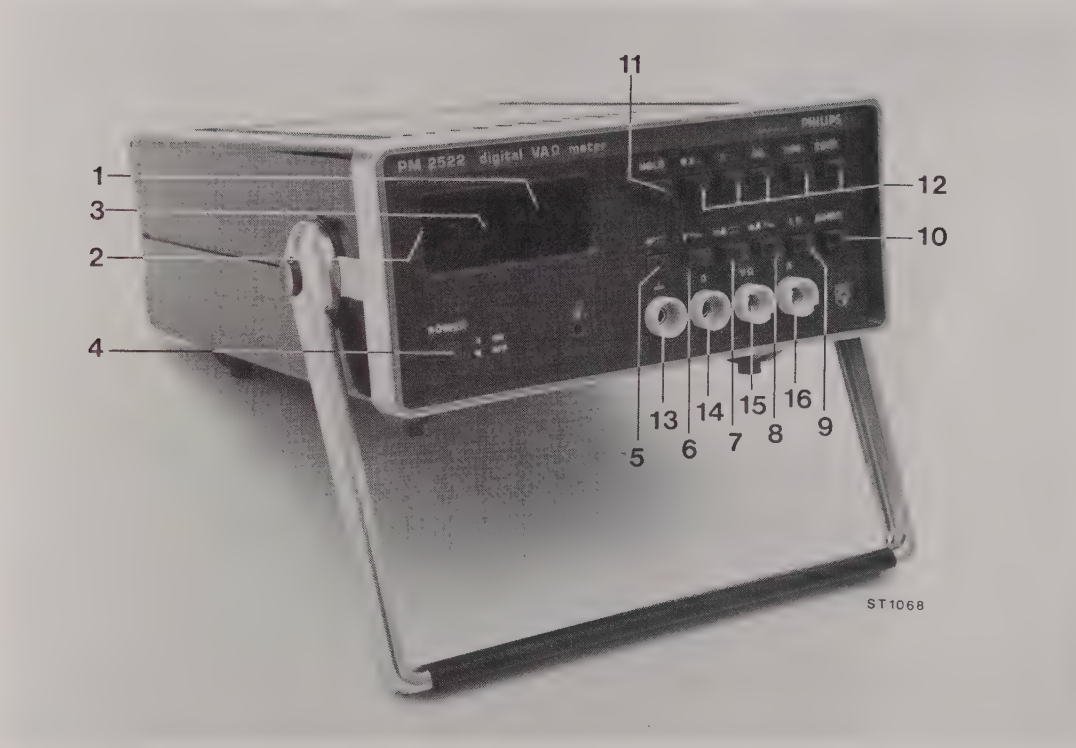
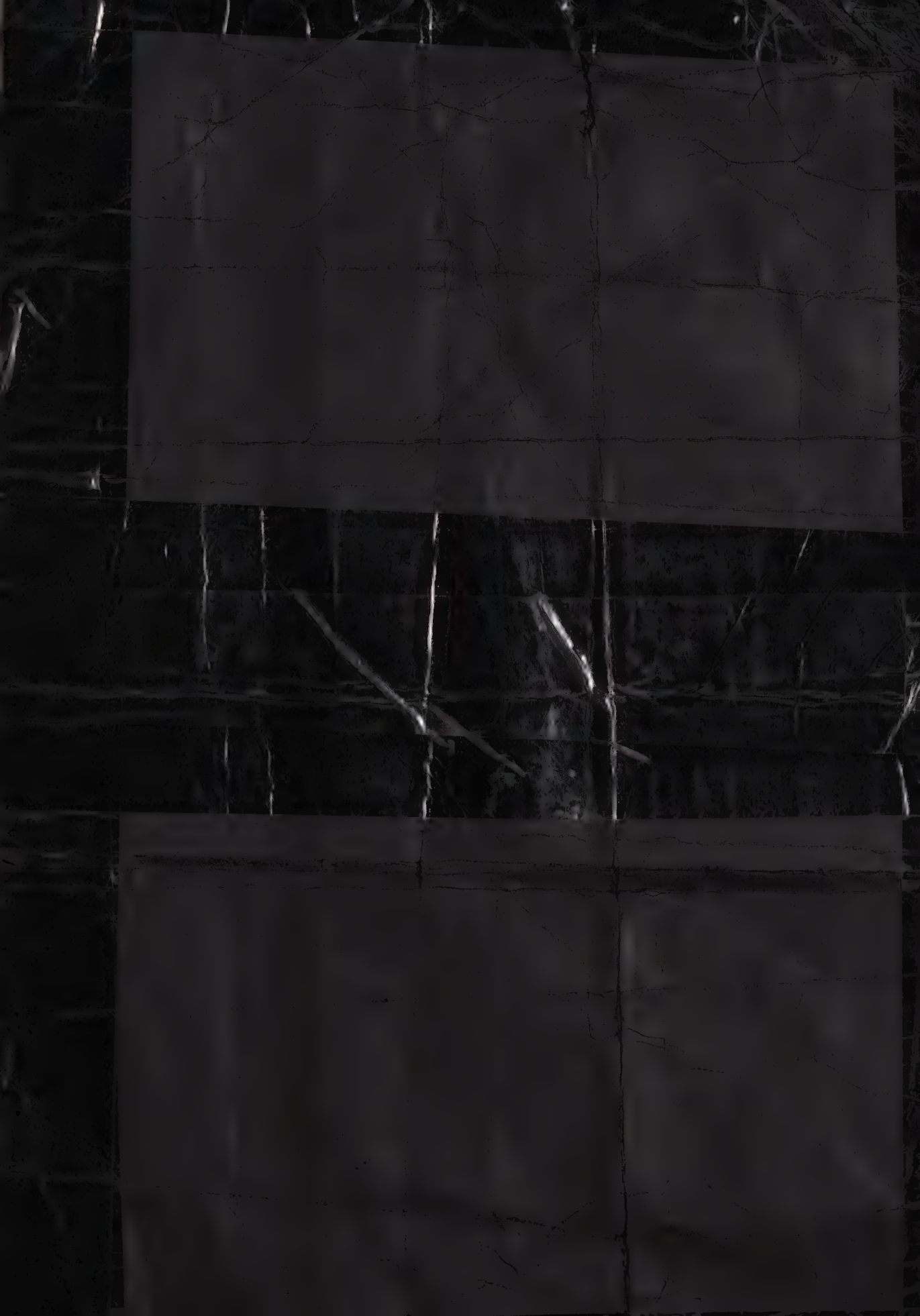

11
PM 2522 digital VAQ meter
PHILIPS
1
3
2
4
12
10
5
13
6
14
7
15
8
16
9
ST1068

Fig. 11



VI-3.5. Mesures de courant continu

- Enfoncer le bouton-poussoir mA ⎓
- Sélectionner la gamme de mesure appropriée
- Connecter la source de courant à mesurer aux bornes "0" et "A".

Remarques:
- L'indicateur de polarité désigne la polarité à la borne "A" par rapport à la borne "0"
- Le courant maximal admis entre les bornes "0" et "A" est de 2 A.

VI-3.6. Courants continus et alternatifs (1 kHz max.) jusqu'à 31,6 A avec shunt continu PM 9244

- Sélectionner le mode de mesure V⎓ ou V~
- Connecter les douilles de sortie + et - du shunt PM 9244 aux bornes "VΩ" et "0"
- Mettre le sélecteur de gammes en position 200 mV
- Connecter la source de courant aux bornes - et 10 A ou 31,6 A en fonction du courant à mesurer
- A l'aide du commutateur SK1 (Fig. 5 ) la tension de sortie du shunt PM 9244 peut être commuté de 100 mV à 31,6 mV.

VI-3.7. Mesures de courant alternatif

- Enfoncer le bouton-poussoir mA~
- Sélectionner la gamme de mesure appropriée
- Connecter la source de courant à mesurer aux bornes "0" et "A".

Remarque:
- Le courant maximal admis entre bornes "0" et "A" est de 2 A.

VI-3.8. Courants alternatifs jusqu'à 100 A avec transformateur de courant PM 9245

- Sélectionner le mode de mesure AC
- Connecter les bornes de transformateur PM 9245 aux bornes "0" et "1"
- Mettre le sélecteur de gammes en position 200 mA
- Faire passer le conducteur porteur de courant par l'ouverture du transformateur
- Courant alternatif maximal admis 100 A
- Gamme de fréquence 45 Hz - 1 kHz.

VI-3.9. Mesures de résistance

- Enfoncer le bouton-poussoir kΩ ou 20 MΩ
- Connecter la résistance inconnue aux bornes "0" et "VΩ"
- Sélectionner la gamme de mesure appropriée

Remarques:
- Le courant de mesure est de :
  1 mA pour gammes 200 Ω et 2 kΩ
  10 µA pour gammes 20 kΩ et 200 kΩ
  100 nA pour gammes 2 MΩ et 20 MΩ
- Les semi-conducteurs peuvent être mesurés à l'avant dans la gamme 2 kΩ. L'affichage indique la tension de diode à l'avant de 1 mA. La borne "VΩ" est positive par rapport à la borne "0".

# VII. Circuit description SERVICE DATA

## VII-1. ANALOG SECTION

The analog section of the instrument serves to convert all modes to be measured into a voltage level of + or - 2 V in order to obtain a maximum display.
This voltage is supplied to the digital section, which has a constant input-sensitivity of 2 V for maximum display.

### VII-1.1. DC voltage circuit

The input circuit for direct voltage measurements is shown in Fig. 28.
The attenuation for the various ranges is given in the table below.

| Range | Attenuation | Input amplifier at end-of-range |
|---|---|---|
| 200 mV | 1 x | 0.2 V |
| 2 V | 1 x | 2 V |
| 20 V | 100 x | 0.2 V |
| 200 V | 100 x | 2 V |
| 1000 V | 10,000 x | 0.1 V |

The attenuated input voltage is supplied to an amplifier, the gain of which is switchable between 1 x and 10 x by means of the range switches. The output of the amplifier is always 2 V at end-of-range and is supplied to the analog digital converter.

### VII-1.2. AC voltage circuit

The circuit for alternating voltage measurements is shown in Fig. 28 and is in principle equal to the circuit for direct voltage measurements.
However, for a.c. behaviour the attenuator resistors are shunted by capacitors.
After being amplified 1 x or 10 x the a.c. voltage (always 2 V at end-of-range) is supplied to an a.c. - d.c. converter.
The direct voltage output of this converter is supplied to the analog-to-digital converter.

### VII-1.3. Direct and alternating current circuit

The circuit of current measurements is shown in Fig. 28.
The current to be measured is converted into a voltage by means of shunts (R201 ... R205).
The voltage across the shunt is 0.2 V at end-of-range, thus the 1 x/10 x amplifier is set to its 10 x position in all ranges. For alternating currents the a.c. - d.c. converter is switched in after the 10 x amplifier.
The current ranges are protected by a 2.5 A fuse (VL2). If the voltage across the shunts, caused by a too high current or by supplying an excessive voltage to the current input, is larger than 1.4 V the diodes GR118-119 or GR120-121, depending on the polarity, become conductive. The current through the diodes is restricted by R113 up to R116.

## VII-1.4. Resistance measuring circuit

The principle of the resistance measuring is shown in Fig. 12.
A constant current passes through the unknown resistor $R_X$.
The voltage across $R_X$, $V_X$, is supplied to the + input of $IC101_A$ (1 x/10 x amplifier).
Depending on the range, $V_X$ will be amplified 1 x or 10 x.
The operational amplifier $IC101_B$ generates a output voltage of 1.2 V.
As $V_X$ is supplied to the input of $IC101_B$ the output will be 1.2 V + $V_X$ volt.
Resistor $R_S$ causes a voltage drop of 1.2 V. This voltage is independent of $V_X$ and thus of $R_X$.
$R_S$ determines also the current through $R_X$.
The next table gives a survey of the various measuring currents and voltages for the selected ranges.

| Range | $R_S$ | Im | Composition of $R_S$ | Meas. Volt. at end-of-range | 1x/10x amp. | ADC input |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 200 Ω | 1.2 kΩ | 1 mA | R105 + R107 + R206 + R fuse | 200 mV | 10x | 2 V |
| 2 kΩ | 1.2 kΩ | 1 mA | | 2 V | 1x | 2 V |
| 20 kΩ | 120 kΩ | 10 µA | R105 + R104 + R103 + R106 + R fuse | 200 mV | 10x | 2 V |
| 200 kΩ | 120 kΩ | 10 µA | | 2 V | 1x | 2 V |
| 2000 kΩ | 12 MΩ | 100 nA | R109 + R110 + R104 + R103 + R102 + R101 + R119 + R fuse | 200 mV | 10x | 2 V |
| 20 MΩ | 12 MΩ | 100 nA | | 2 V | 1x | 2 V |

All resistance ranges can withstand 250 V ac or dc. In the case of incorrect operation in the ranges .2 and 2 kΩ fuse VL1 will blow. The voltage is limited by two zenerdiodes GR201 and GR202. The zener current is limited by R206.
The other resistance ranges are protected because the current will be low due to the very high value of $R_S$ (120 kΩ and 12 MΩ).

## VII-1.5. 1x/10x amplifier (Fig. 13)

The amplifier consists of operational amplifier $IC101_A$ preceded by dual Fet TS103.
This Fet has a very high input-impedance at a low offset current. The offset voltage is compensated for by R120 and potentiometer "0" (R1) at the frontpanel.
The gain of the amplifier is determined by ratio.

$$\frac{R127 + R128 + R129 \,//\, R130}{R128 + R129 \,//\, R130} = 10x$$

With potentiometer R130 the gain can be adjusted to 10 times exactly.
For the measurements capacitors C109 and C110 are connected to circuit zero via switch V ⎓ 2, thus forming together with R118 a RC-filter by which a.c. voltages are suppressed.
For a.c. measurements an improvement of the frequency response is achieved by C109 and C110 // R118.

### Protection

The protection of the amplifier is made by transistors TS101 and TS102. By connecting and collectors two zener diodes are obtained, the zener voltage is approximately 8 V with a low leakage current. If the voltage at the gate of TS103 exceeds 8 V the transitors become conductive thus the voltage at the gate is limited. The input current is limited by R118.

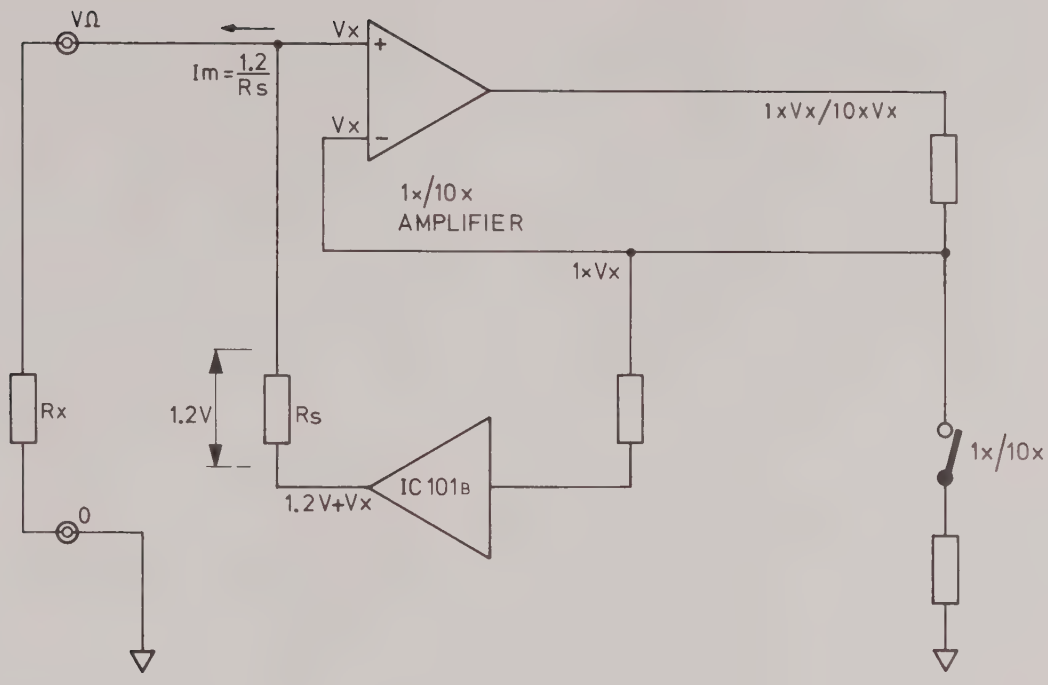



Fig. 12 Principle of resistance measuring

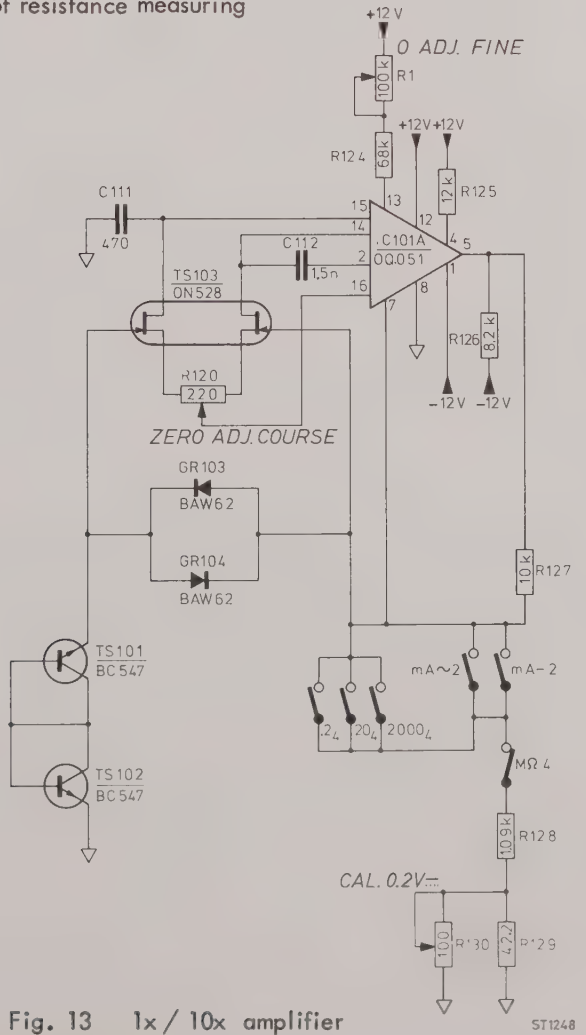



Fig. 13 1x / 10x amplifier

### VII-1.6. AC-to-DC converter (Fig. 14)

The supplied voltage which is always 2 $V_{r.m.s.}$ at end-of-range in all ranges is converted to 2 V d.c.
To eliminate the non-linearity of the diode characteristic an operational amplifier with a high open-loop gain is used (IC102).

The gain for positive periodes is determined by the ratio $\frac{R140}{R137+R138}$, for negative periodes by the ratio $\frac{R139}{R137+R138}$ and should be 2.22 (twice the form factor).

As IC102 is controlled at the inverting input the input impedance is low (about 4.5 kΩ).
However, the converter is preceding by a buffer consisting TS104 and TS105.
Offset compensation is made by potentiometer R141.
Potentiometer R137 is used to make end-of-range calibration.

## VII-2. DIGITAL SECTION

The digital section of the instrument serves to convert the supplied d.c. voltage from the analog section into a digital information corresponding to the input signal.

The digital section contains the following circuits:

- $+V_{REF}$ and $-V_{REF}$
- Analog to digital converter (ADC)
- Display

### VII-2.1. + and - $V_{REF}$ (Fig. 15)

These voltages are required as reference voltages for the ADC.
The circuits of $+V_{REF}$ and $-V_{REF}$ are equal except the polarity of the zenerdiodes.
A constant current flows through the diodes so the voltage is also constant.
Resistance R194 is used to correct differences in switching times of the ADC switches.

### VII-2.2. Analog to digital converter (ADC)

In this system the delta-pulse-modulation principle is used.
For the function of the ADC, refer to chapter IV-2.

#### Practical execution

In PM 2522 this system is obtained as shown in Fig. 16.
The comparator consists of TS112 followed by an amplifier (IC103) fed back for ac.
The subtracting of pulses as described before is effected by an up down counter which is included in IC104. This (P-channel-MOS) integrated circuit compromises also the next circuits:

- an input flip-flop. This flip-flop sets the analog switches, which select the reference voltage.
- an analog switch which controls the connection of the reference voltages to the chopper output.
- an up/down counter.
- a timing circuit for synchronisation of : reset pulse
  transfer pulse
  scan pulse

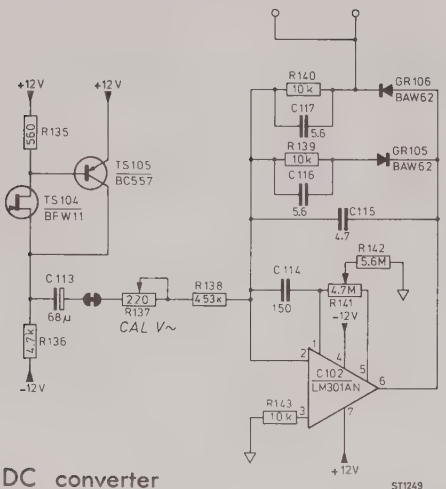



Fig. 14 AC/DC converter

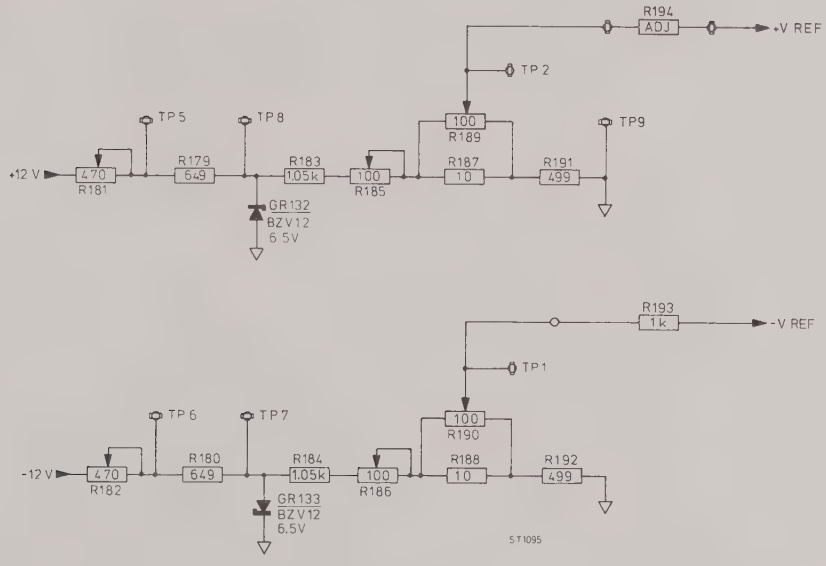



Fig. 15 $+V_{REF}$ and $-V_{REF}$

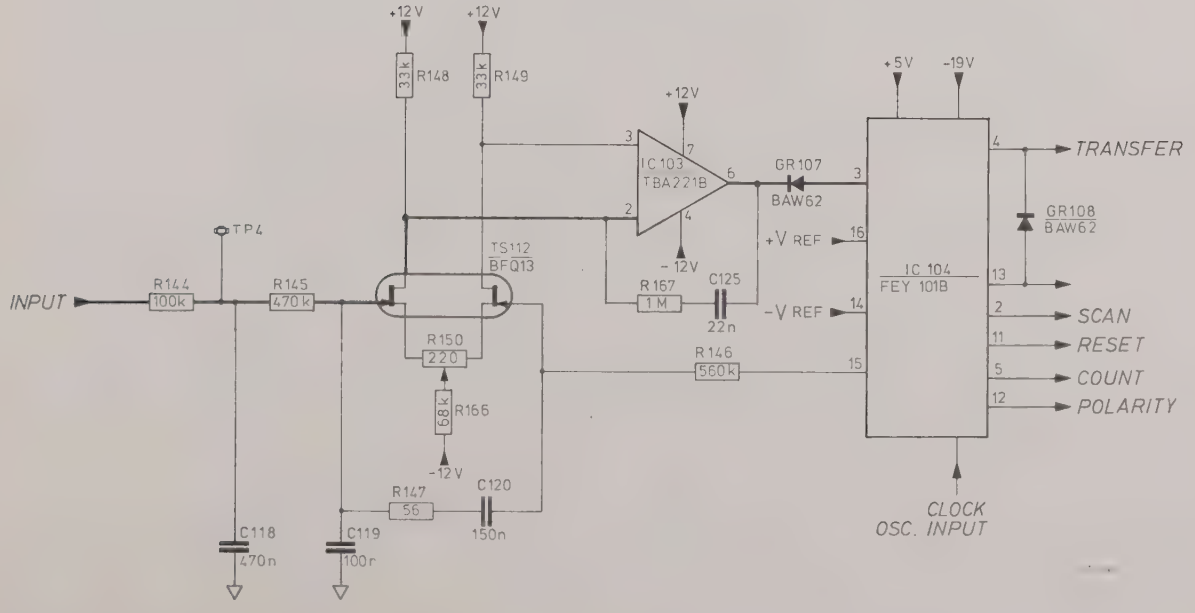



Fig. 16 Analog to digital converter

If the input becomes logical "0" the measuring cycle is started at the first positive edge supplied by the input flip-flop, so that jitter and stalling of the digital part of the ADC are prevented.

- a polarity output circuit.
  If the output is logical "0", the polarity is positive, if it is logical "1", the polarity is negative. (In this case logical "0" is $<-9V$; logical "1" $>-1.5V$).
- a pulse output circuit.
  During the measuring time, the ADC pulses are supplied to the display circuit.

Remark: The scanning output supplies a signal with a frequency of 500 Hz and a duty cycle of about 1:15 at a clock frequency of 8 kHz.
This 500 Hz pulse feeds the scanning system of the display.

## VII-2.3. Clock oscillator (Fig. 17)

The clock pulse is derived from the programmable U.J.T. TS106.
The oscillator frequency is adjustable with R156. This frequency should be about 8 kHz.
By this the frequency of the scanning output of IC104 will be 500 Hz.

## VII-2.4. Display

The display is divided in the following blocks:

- 4-decade counter/register (multiplexed output)
- decoder switches
- overrange detector

### 4-decade counter/register

This counter is a monolitic (P-channel-MOS) integrated circuit and contains the following circuits:

- four cascaded decade counters. The supplied pulses are converted into a BCD code per decade.
- four buffer-registers which store the digital information from the decade counters.
  Only at the end of a measuring cyclus the buffer-registers will follow the decade counters.
- a multiplexer which converts the BCD parallel information into a serial form and transfers the digital information of each decade to the input of the decoder driver synchronously with the relevant anode switch.
- a scaler of four which converts the scan frequency together with a decoder into a 1 out of 4 code to drive the anode switches.

### Decoder driver

The decoder driver (IC301) converts the supplied BCD information into a sevensegments-code.
It offers active-low, high-sink-current outputs to drive the indicators directly

### Anode switches (Fig. 18)

To convert the open drain current scan outputs of IC105 into a T.T.L. information, TS307 up to TS311 are connected between IC105 and IC302.
IC302 is a hex inverter.

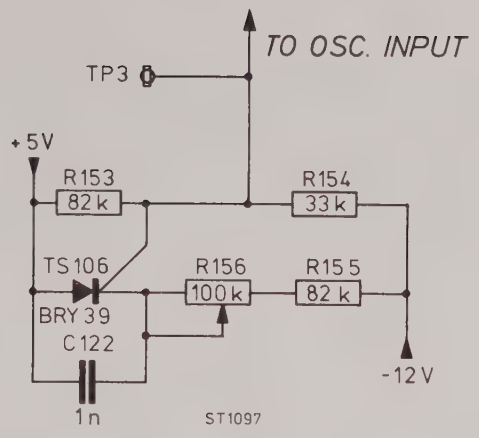



Fig. 17 Clock oscillator

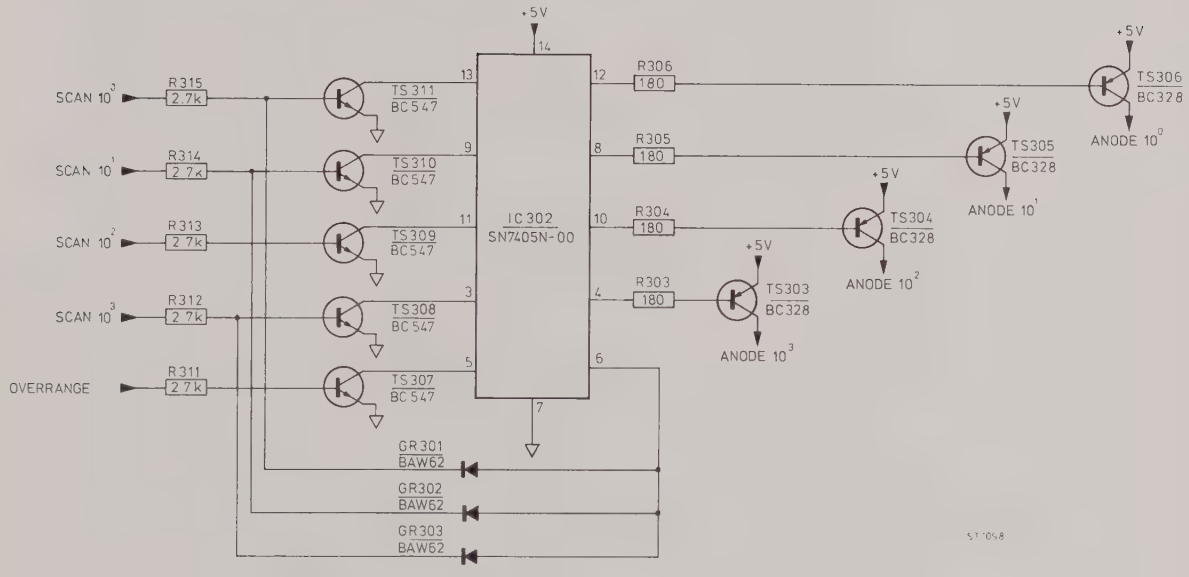



Fig. 18 Anode switches

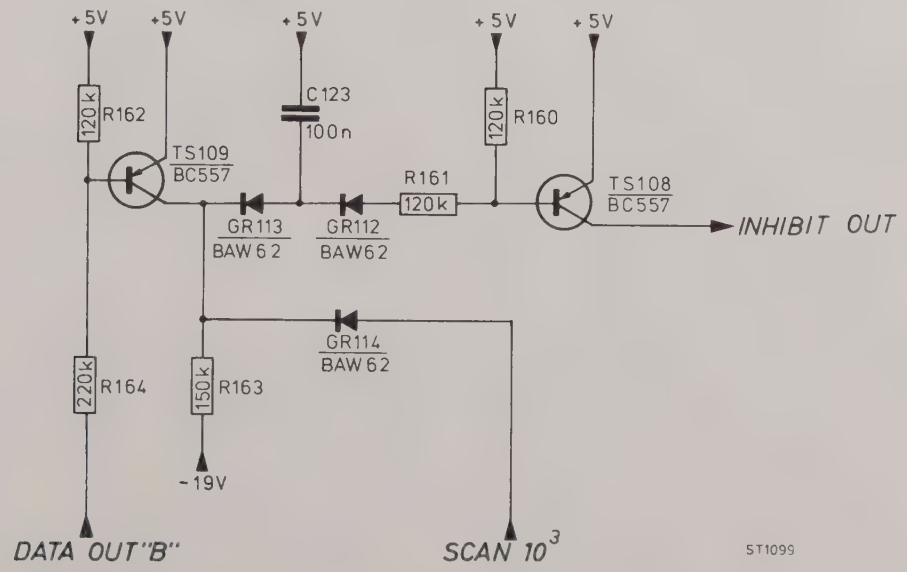



Fig. 19 Overrange detector

The anodes of the indicators are controlled via 4 electronic switches (TS303 up to TS306). Via e.g. R312 the negative scan pulse (in this case "SCAN $10^3$") is applied to the base of TS308, which converts the pulse into a T.T.L. level.
By IC302 the pulse is inverted. The negative going edge of the pulse turns on TS303, thus the anode of the indicator LED is connected to the +5 V supply and the LED will light up.

Overrange detector (Fig. 19)

If the read-out exceeds 1999 two signals are supplied to the overrange detector.

These signals are: DATA OUT B = logical 1

SCAN $10^3$ = logical 0

Then the output of the detector becomes logical 1 and blockes (via R311, TS307, IC302, GR301 // GR303), SCAN $10^0$, $10^1$ and $10^3$.
Only indicator LED 302 lights up and shows a 0 because the maximum display is 2046.

## VII-3. SUPPLY

The circuit diagram of the supply is shown in Fig. 20.

### VII-3.1. +5 V source

This source serves to supply the indicator LED's and the digital IC's.
It is stabilized by a series-stabilisation circuit.

### VII-3.2. + and - 12 V sources

These sources serve to supply the analog section and the reference voltages for the ADC.
Stabilisation is performed by series-resistors and parallel zener diodes.

### VII-3.3. - 19 V source

The principle of stabilisation in this circuit is the same as that of the + and - 12 V sources.
This voltage is used to supply IC104 and IC105.

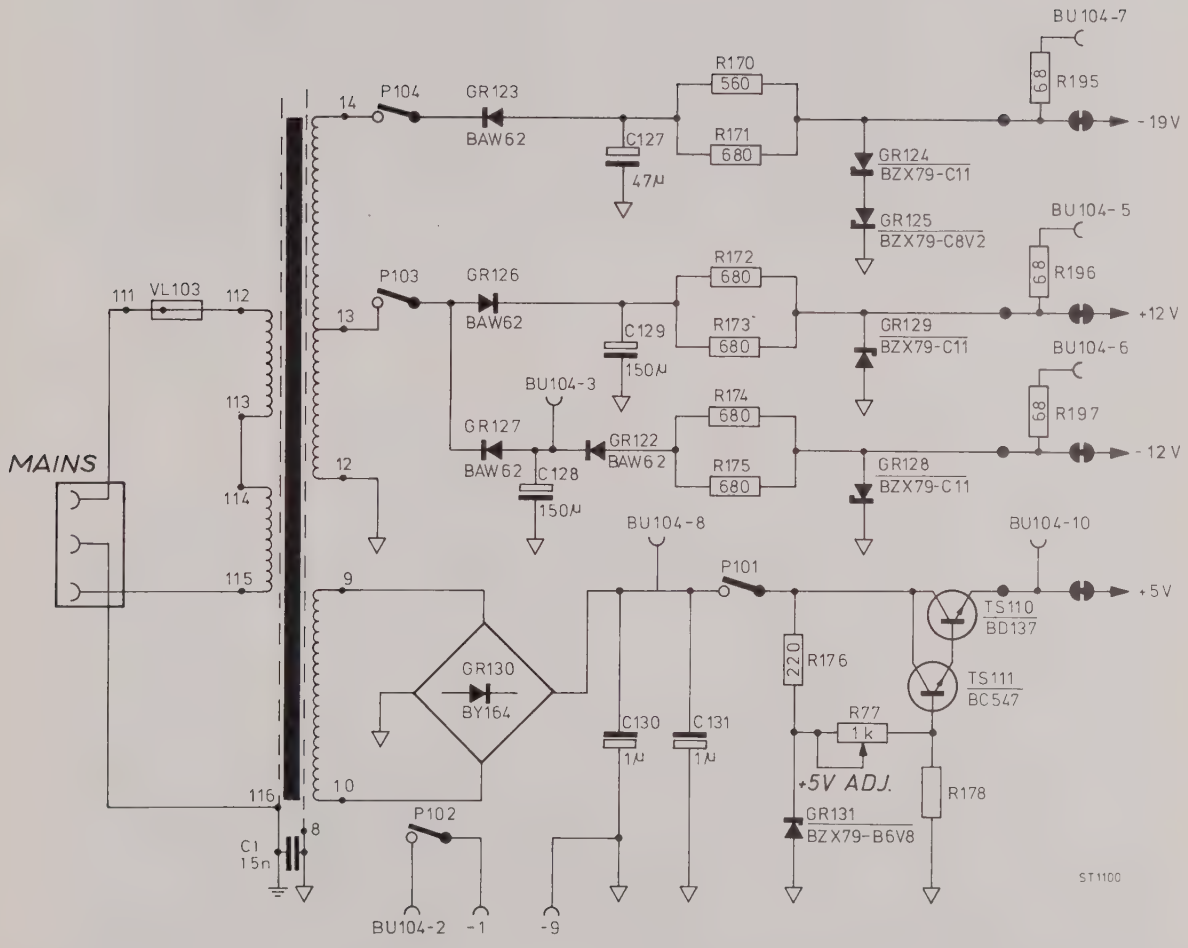



Fig. 20 Circuit diagram supply section

# VIII. Access

The opening of parts, or removal of covers, is likely to expose live conductors.
The instrument should therefore be disconnected from all voltage sources before any opening of parts or removal of covers is started.
During and after dismantling, bear in mind that capacitors in the instrument may be still charged even if it has been separated from all voltage sources.

USE A WELL-FITTING CROSSHEAD SCREW-DRIVER TO DISMANTLE THE INSTRUMENT TO PREVENT THE CROSS-SLOTTED SCREWS FOR DAMAGE.

## VIII-1. DISMANTLING

### VIII-1.1. Top cover

Loosen both screws "A" (Fig. 21)
Lift the cover at the rear and pull it out of the front panel (Fig. 22 )
To refit the cover push the snaps in the front panel (Fig. 23 )
Keep pushing in the direction of the front panel and smoothly push it down at the rear.

ATTENTION: - First place the bearing handle into bottom cover.

- Pay attention that the snaps are proper fitted in the front panel.

### VIII-1.2. Bottom cover

Removing and refitting of the bottom cover can be done in the same way as the top cover.

## VIII-2. FUSES

Make sure that only fuses with the required current rating and of the specified type are used.
The use of repaired fuses and the short-circuiting of fuseholders is prohibited.

### VIII-2.1. Fuse VL101

Mains fuse VL101 is mounted inside on the printed circuit board (Fig. 9 , page 48)

The rating of the mains fuse should be: - 220 V + 15% : 100 mA slow blow

- 110 V + 15% : 200 mA slow blow.

### VIII-2.2. Fuse VL1

In the resistance circuit fuse VL1 will protect IC101B + R105 + R107. If the current exceeds 125 mA the fuse will blow. Required fuse: 125 mA fast. glass fuse.
The fuse is mounted in the "VΩ" input terminal (Fig. 10, page 48).

### VIII-2.3. Fuse VL2

In the current circuit fuse VL2 is mounted to protect the shunt resistors. If the current exceeds 2.5 A the fuse will blow. Required fuse 2.5 A fast glass fuse.
The fuse is mounted in the "A" input terminal (Fig. 10, page 48)

Fig. 21 Rear view

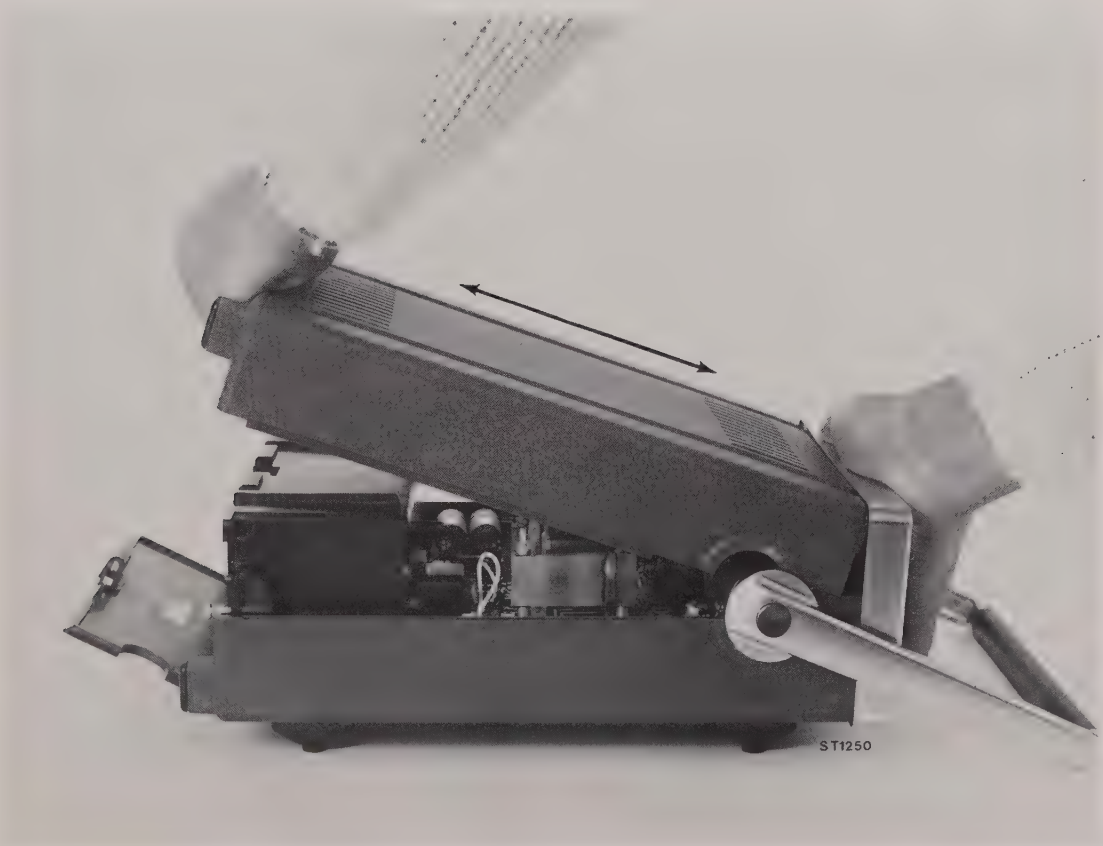



Fig. 22 Removing and refitting top cover

# IX. Checking and adjusting

The tolerances stated in this section correspond to the factory, data and only apply to a recently adjusted instrument.
When individual components, especially semi-conductors are replaced, the relevant section should be completely readjusted.

## IX-1. CALIBRATION AND ADJUSTING PROCEDURE

The table below gives together with Fig. 23 all adjustings and calibrations only to be carried out if one or more electrical components have been replaced.

| No. | Adjustments | Adjusting Elements | Preparations | Input signals | Adjusting Data | Measuring Points |
|---|---|---|---|---|---|---|
| A | +5 V Supply | R177 | - | - | +5 V ± 0.25 V | Jumper "A"-TP9* |
| B | "Zero" Course | R120 | R1 "0" midrange | Shortcircuited | 0.000 V ± 0.5mV | TP4 - TP9* |
| C | "0" Fine | R1 | - | Shortcircuited | 0.000 V | TP4 - TP9* |
| D | Zero ADC | R150 | Push V⎓; 0.2 | Shortcircuited | .0000 digits | Display |
| E | Clockoscillator | R156 | - | - | Approx. 8 kHz | TP3 - TP9** |
| F | Zero AC/DC | R141 | Push V~ ; 0.2 | Shortcircuited | .0000 digits | Display |

| No. | Calibrations | Calibration Elements | Preparations | Input signals | Calibration Data | Measuring Points |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | $+V_{REF}$ - Iz | R181 | - | Shortcircuited | +3.89 V ± 10mV | TP5 - TP8* |
| 2 | $-V_{REF}$ - Iz | R182 | - | Shortcircuited | -3.89 V ± 10 mV | TP6 - TP7* |
| 3 | $+V_{REF}$ | R185 | R189 midrange | Shortcircuited | +2.046 V±5 mV | TP2 - TP9* |
| 4 | $-V_{REF}$ | R186 | R190 midrange | Shortcircuited | -2.046 V±5 mV | TP1 - TP9* |
| 5 | + and - 10 mV⎓ | R194 500... 1.5k | Push V⎓; 2 | Alternately + and - 10 mV | +0.010 digits -0.010 digits | Display |
| 6 | +2 V⎓ | R189 | Push V⎓; 2 | +1.900 V ± 1 mV | +1.900 digits | Display |
| 7 | -2 V⎓ | R190 | Push V⎓; 2 | -1.900 V ± 1 mV | -1.900 digits | Display |
| 8 | Check Adj. "D". If necessary readjust. | | | | | |
| 9 | In case of readjusting "Cal. 8", repeat "Cal. 5, 6 and 7". | | | | | |
| 10 | 10 x amplifier | R130 | Push V⎓; 0.2 | +.1900 V ±.2 mV | +.1900 digits | Display |
| 11 | 20 V⎓ | R102 | Push V⎓; 20 | +19.00 V ± 10 mV | +19.00 digits | Display |
| 12 | 2 V~ 1 kHz | R137 | Push V~ ; 2 | 1.900 V ± 2 mV 1 kHz | 1.900 digits | Display |
| 13 | 20 V~ 10 kHz | C103 | Push V~ ; 20 | 19.00 V ± 20 mV 10 kHz | 19.00 digits | Display |
| 14 | 20 kΩ | R131 | Push kΩ ; 20 | 19 kΩ ± 10 Ω | 19.00 digits | Display |

* With external Volt-meter, e.g. PM 2442.

** With counter or oscilloscope.

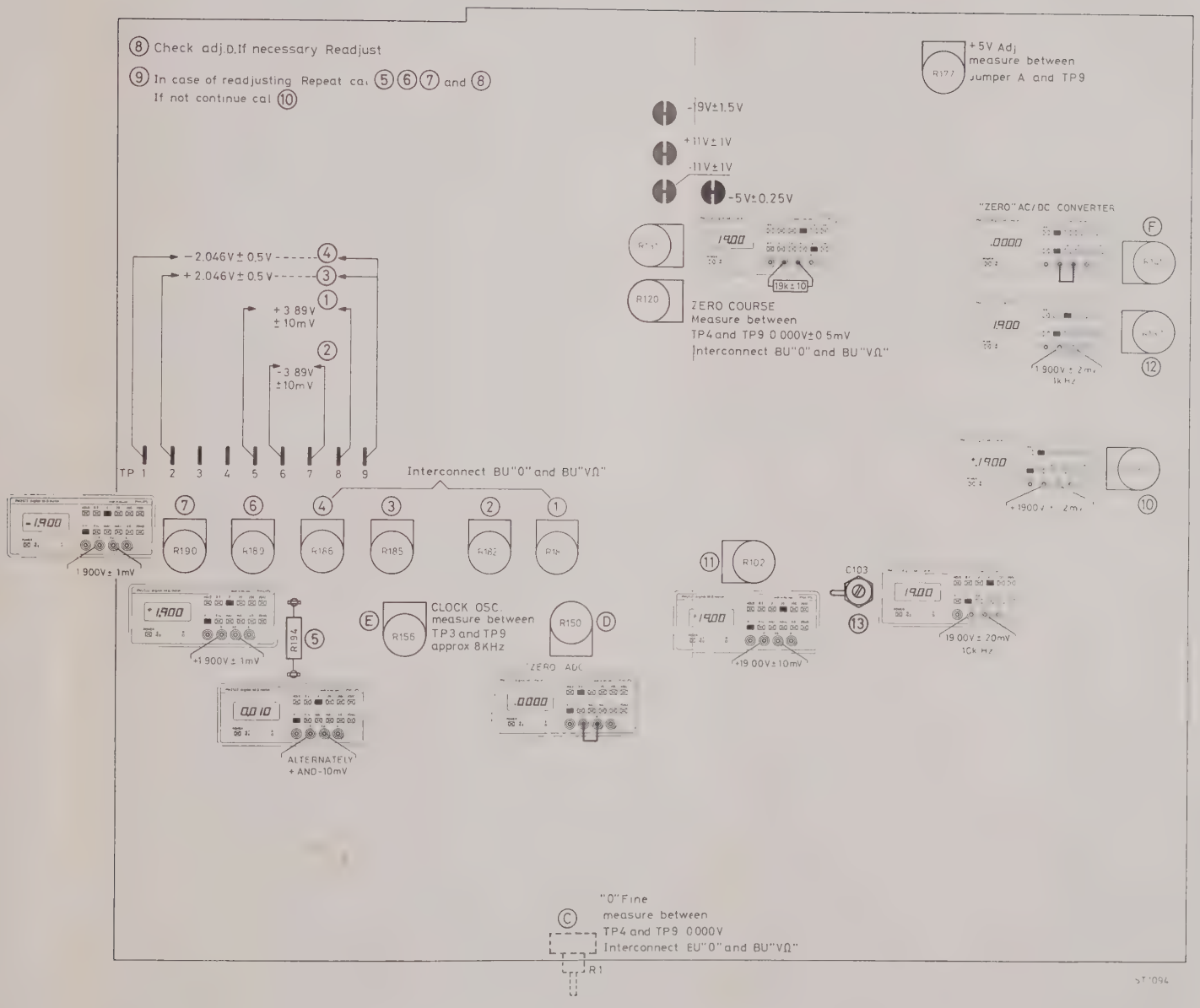



Fig. 23 Adjusting and calibration

# X. Maintenance and servicing

Digital multimeter PM 2522 requires no maintenance because the instrument contains no components which are subject to wear.
However, to ensure reliable and faultless operation, the instrument should not be exposed to moisture, heat, corrosive vapours and excessive dust.

## X-1. SERVICE HINTS

If service work must be performed, the following points should be taken into account to avoid damage of the instrument.

- In case of measurements on a switched-on instrument proceed carefully to avoid short-circuits by means of measuring clips or measuring hooks.
- For soldering use absolutely acid-free soldering tin.
- For all soldering work on the printed circuits boards, use a miniature soldering iron (35 W max.) with a tin-cleaner or a vacuum soldering iron.

## X-2. TROUBLE-SHOOTING

On the printed wiring board 9 test points and 4 jumpers are introduced at the component side (Fig. 23 , page 68)

General conditions:

- nominal mains voltage (220 V, 50 Hz)
- voltages with respect to circuit zero (terminal "0"), unless otherwise stated.

The data given represent the properties of an average instrument and may serve as a guide only.

# XI. List of parts

MECHANICAL

| Item | Fig. | Ordering number | Description |
|---|---|---|---|
| 1 | 27 | 5322 462 44181 | Rear foot |
| 2 | - | 5322 447 94191 | Cover |
| 3 | 25 | 5322 466 85335 | Front rim |
| 4 | 25 | 5322 498 54055 | Sam handle |
| 5 | - | 5322 520 34164 | Bearing bush |
| 6 | - | 5322 414 64053 | Knob |
| 7 | - | 5322 530 84075 | Spring |
| 8 | 25 | 5322 462 44179 | Foot |
| 9 | - | 5322 528 34101 | Stopplate |
| 10 | 25 | 5322 447 94192 | Cap |
| 11 | 27 | 5322 447 94193 | Container |
| 12 | 27 | 5322 447 94194 | Cover |
| 13 | 26 | 5322 405 94087 | Bracket |
| 14 | 26 | 5322 447 94195 | Indicator housing |
| 15 | 26 | 5322 466 85336 | Extension spindle |
| 16 | 25 | 5322 450 64056 | Window |
| 17 | 25 | 4822 462 70497 | Plug for foot |
| 18 | 25 | 5422 456 14037 | Text plate |
| 19 | 25 | 5322 447 94216 | Sam front |
| 20 | 25 | 5322 256 34036 | Sam fuse holder |

MISCELLANEOUS

| Item | Ordering number | Type/description |
|---|---|---|
| | 5322 216 74041 | Board U3 |
| | 4822 253 20007 | Fuse 125 mA |
| | 4822 253 20024 | Fuse 2,5 A |
| | 5322 264 24013 | Test pin red |
| | 5322 264 24014 | Test pin black |
| | 5322 321 10071 | Mains cable |
| BU101 | 5322 265 54006 | Connector 8 pol |
| BU102 | 5322 265 54006 | Connector 9 pol |
| BU105 | 5322 265 30066 | Mains connector |
| BU106 | 5322 267 64027 | Connector |
| VL101 | 4822 253 30013 | Fuse 250 mA DA |
| BU103 | 5322 265 54006 | Connector |
| | 5322 267 54085 | IC socket |
| LA301 | 4822 134 40167 | Indication lamp 5 V |
| LA302 | 4822 134 40167 | Led Hp5082-7730 |
| LD301 | 5322 130 34389 | Led Hp5082-7730 |
| LD302 | 5322 130 34389 | Led Hp5082-7730 |
| LD303 | 5322 130 34389 | Led Hp5082-7730 |
| LD304 | 5322 130 34389 | Led Hp5082-7730 |
| TR101 | 5322 146 24121 | Mains transformer |

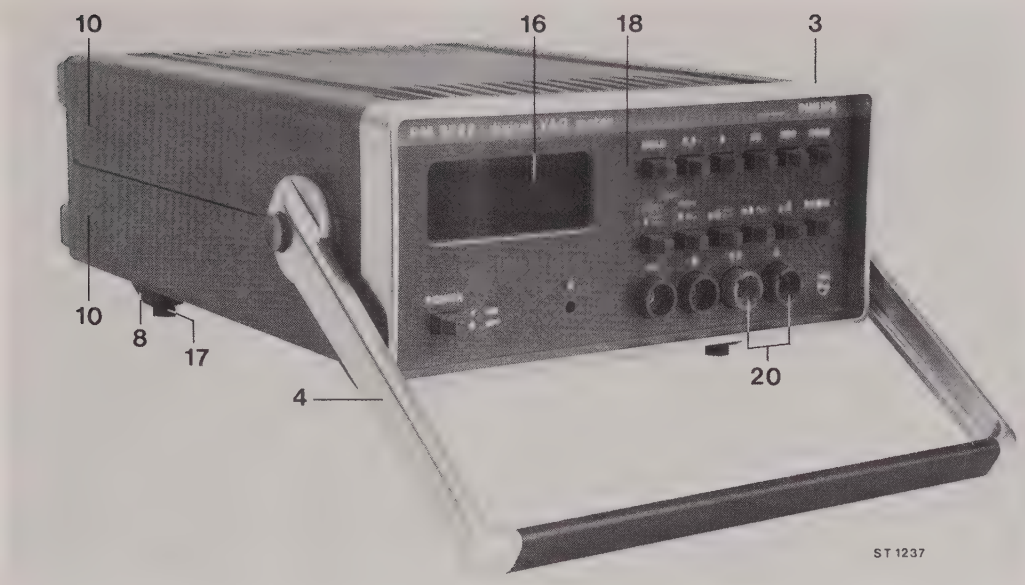



Fig. 24 Front view

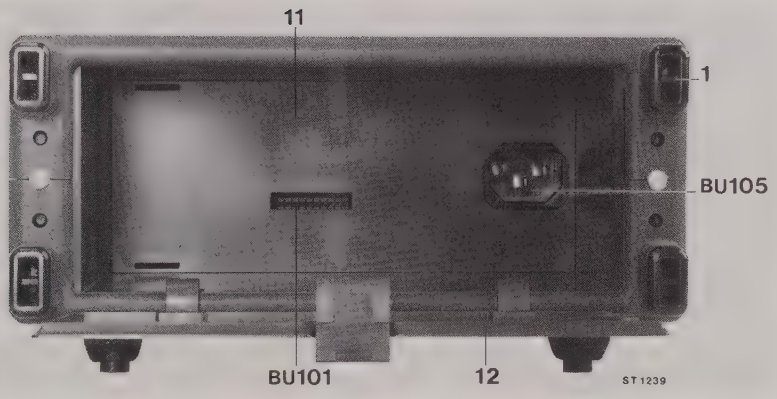



Fig. 25 Rear view

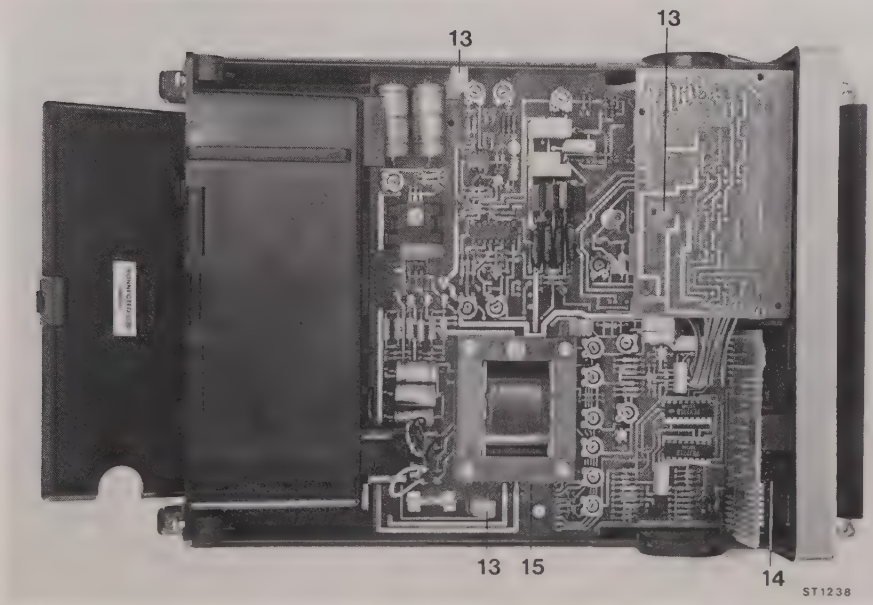



Fig. 26 Top view without cover

RESISTORS

| Item | Ordering number | Value (Ω) | Tol (%) | Type | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|
| R101 | 5322 116 64036 | 9.76 M | 1 | VR37 | Metal oxide |
| R102 | 4822 100 10088 | 220 k | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R103 | 5322 116 54945 | 98.8 k | 0.1 | MR24C | Metal film |
| R104 | 5322 116 50676 | 196 | 1 | MR25 | Metal film |
| R105 | 5322 116 50747 | 1 k | 0.1 | MR24C | Metal film |
| R106 | 5322 116 54642 | 20 k | 1 | MR25 | Metal film |
| R107 | 5322 116 54479 | 127 | 1 | MR25 | Metal film |
| R109 | 5322 116 54188 | 1 M | 1 | MR30 | Metal film |
| R110 | 5322 116 54188 | 1 M | 1 | MR30 | Metal film |
| R113 | 4822 112 21052 | 8.2 | 5 | 4.2 W | Wire-wound |
| R114 | 4822 112 21052 | 8.2 | 5 | 4.2 W | Wire-wound |
| R115 | 4822 112 21052 | 8.2 | 5 | 4.2 W | Wire-wound |
| R116 | 4822 112 21052 | 8.2 | 5 | 4.2 W | Wire-wound |
| R117 | 5322 116 54696 | 100 k | 1 | MR25 | Metal film |
| R119 | 5322 116 54012 | 6.81k | 1 | MR25 | Metal film |
| R120 | 4822 100 10019 | 220 | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R121 | 5322 116 50479 | 154 k | 1 | MR25 | Metal film |
| R127 | 5322 116 50748 | 10 k | 0.1 | MR24C | Metal film |
| R128 | 5322 116 54944 | 1.09 k | 0.1 | MR24C | Metal film |
| R129 | 5322 116 51052 | 42.2 | 1 | MR25 | Metal film |
| R130 | 4822 100 10075 | 100 | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R131 | 4822 100 10089 | 1 µ | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R137 | 4822 100 10019 | 220 | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R138 | 5322 116 50556 | 4.42 k | 1 | MR25 | Metal film |
| R139 | 5322 116 54619 | 10 k | 1 | MR25 | Metal film |
| R140 | 5322 116 54619 | 10 k | 1 | MR25 | Metal film |
| R141 | 5322 101 14099 | 4.7 M | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R150 | 4822 100 10019 | 220 | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R156 | 4822 100 10052 | 100 k | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R117 | 4822 100 10037 | 1 k | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R179 | 5322 116 54532 | 649 | 1 | MR25 | Metal film |
| R180 | 5322 116 54532 | 649 | 1 | MR25 | Metal film |
| R181 | 4822 100 10038 | 470 | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R182 | 4822 100 10038 | 470 | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R183 | 5322 116 54552 | 1.05 k | 1 | MR25 | Metal film |
| R184 | 5322 116 54552 | 1.05 k | 1 | MR25 | Metal film |
| R185 | 4822 100 10075 | 100 | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R186 | 4822 100 10075 | 100 | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R187 | 5322 116 50452 | 10 | 1 | MR25 | Metal film |
| R188 | 5322 116 50452 | 10 | 1 | MR25 | Metal film |
| R189 | 4822 100 10075 | 100 | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R190 | 4822 100 10075 | 100 | 20 | 0.1 W | Carbon trimming potm |
| R191 | 5322 116 54524 | 499 | 1 | MR25 | Metal film |
| R192 | 5322 116 54524 | 499 | 1 | MR25 | Metal film |
| R195 | 5322 116 54455 | 68.1 | 1 | MR25 | Metal film |
| R196 | 5322 116 54455 | 68.1 | 1 | MR25 | Metal film |
| R197 | 5322 116 54455 | 68.1 | 1 | MR25 | Metal film |

| Item | Ordering number | Value (F) | Tol (%) | Volts | Remarks |
|---|---|---|---|---|---|
| R201 | 5322 115 80099 | 0.1/0.9 | 1 | Shunt | Wire-wound shunt |
| R202 | 5322 113 24095 | 4.5 | 0 25 | 0.6 W | Wire-wound |
| R203 | 5322 113 24095 | 4.5 | 0 25 | 0.6 W | Wire-wound |
| R204 | 5322 113 24096 | 90 | 0 25 | 0.6 W | Wire-wound |
| R205 | 5322 113 24097 | 900 | 0 25 | 0.6 W | Wire-wound |
| R206 | 4822 112 21076 | 68 | 5 | 4.2 W | Wire-wound |
| CAPACITORS | | | | | |
| C101 | 4822 122 31205 | 47 p | 2 | 500 | Ceramic plate |
| C102 | 4822 122 31205 | 47 p | 2 | 500 | Ceramic plate |
| C103 | 5322 125 64001 | 18 p | 1 | 500 | Trimmer |
| C104 | 4822 121 50543 | 5.6 n | | 63 | Polystyrene foil |
| C105 | 4822 121 40279 | 68 n | 10 | 630 | Polyester foil |
| C106 | 4822 121 40232 | 220 n | 10 | 100 | Polyester foil |
| C107 | 4822 121 40257 | 330 n | 10 | 100 | Polyester foil |
| C108 | 4822 121 41143 | 22 n | 10 | 250 | Polyester foil |
| C109 | 4822 121 40279 | 68 n | 10 | 630 | Polyester foil |
| C110 | 5322 121 44137 | 68 n | 10 | 250 | Polyester foil |
| C111 | 4822 122 31177 | 470 p | 10 | 100 | Ceramic plate |
| C112 | 4822 122 31221 | 1.5 n | 10 | 100 | Ceramic plate |
| C113 | 4822 124 20453 | 68 µ | | 6.3 | Electrolytic |
| C114 | 4822 122 31085 | 150 p | 2 | 100 | Ceramic plate |
| C115 | 4822 122 31045 | 4.7 p | 0.25 p | 100 | Ceramic plate |
| C116 | 4822 122 31047 | 5.6 p | 0.25 p | 100 | Ceramic plate |
| C117 | 4822 122 31047 | 5.6 p | 0.25 p | 100 | Ceramic plate |
| C118 | 5322 121 40175 | 470 n | 10 | 100 | Polyester foil |
| C119 | 5322 121 40323 | 100 | 10 | 100 | Polyester foil |
| C120 | 4822 121 40231 | 150 n | 10 | 100 | Polyester foil |
| C121 | 4822 122 31081 | 100 p | 2 | 100 | Ceramic plate |
| C122 | 4822 122 31175 | 1 n | 10 | 100 | Ceramic plate |
| C123 | 5322 121 40323 | 100 n | 10 | 100 | Polyester foil |
| C125 | 4822 122 30103 | 22 n | -20+100 | 40 | Ceramic plate |
| C126 | 5322 121 40233 | 680 | | 100 | Polyester foil |
| C127 | 4822 124 20488 | 100 µ | 10 | 40 | Electrolytic |
| C128 | 4822 124 20481 | 150 µ | | 25 | Electrolytic |
| C129 | 4822 124 20481 | 150 µ | | 25 | Electrolytic |
| C130 | 4822 124 20524 | 1000 µ | | 16 | Electrolytic |
| C131 | 4822 124 20524 | 1000 µ | | 16 | Electrolytic |
| C132 | 4822 122 31205 | 47 p | 2 | 500 | Ceramic plate |
| C133 | 4822 122 31206 | 56 p | 2 | 500 | Ceramic plate |
| C134 | 4822 122 31206 | 56 p | 2 | 500 | Ceramic plate |
| C1 | 5322 122 14008 | 1.5 n | 10 | 400 | Ceramic plate |

DIODES

| Item | Ordering number | Type/description |
|---|---|---|
| GR103 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR104 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR105 | 5322 130 30613 | BAW62 |

| Item | Ordering number | Type/description |
|---|---|---|
| GR106 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR107 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR108 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR109 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR110 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR111 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR112 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR113 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR114 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR118 | 5322 130 34388 | BYX72/500 |
| GR119 | 5322 130 34388 | BYX72/500 |
| GR120 | 5322 130 34388 | BYX72/500 |
| GR121 | 5322 130 34388 | BYX72/500 |
| GR122 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR123 | 5322 130 30613 | BAY62 |
| GR124 | 5322 120 34046 | BZX79/C11 |
| GR125 | 5322 130 34119 | BZX79/C8V2 |
| GR126 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR127 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR128 | 5322 130 34046 | BZX79/C11 |
| GR129 | 5322 130 34046 | BZX79/C11 |
| GR130 | 5322 130 30414 | BY164 |
| GR131 | 5322 130 34278 | BZX79/B6V8 |
| GR132 | 5322 120 34269 | BZV12 |
| GR133 | 5322 130 34269 | BZV12 |
| GR201 | 5322 130 34299 | BZX70/C10 |
| GR202 | 5322 130 34299 | BZX70/C10 |
| GR301 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR302 | 5322 130 30613 | BAW62 |
| GR303 | 5322 130 30613 | BAW62 |

TRANSISTORS

| Item | Ordering number | Type/description |
|---|---|---|
| TS101 | 4822 130 40965 | BC547 |
| TS102 | 4822 130 40965 | BC547 |
| TS103 | 5322 130 44405 | 0N528 |
| TS104 | 5322 130 40408 | BFW11 |
| TS105 | 4822 130 40973 | BC557 |
| TS106 | 5322 130 40482 | BRY39 |
| TS107 | 4822 130 40965 | BC547 |
| TS108 | 4822 130 40973 | BC557 |
| TS109 | 4822 130 40973 | BC557 |
| TS110 | 5322 130 40664 | BD137 |
| TS111 | 4822 130 40965 | BC547 |
| TS112 | 5322 130 44404 | BF013 |
| TS301 | 4822 130 40965 | BC547 |
| TS302 | 4822 130 40965 | BC547 |
| TS303 | 5322 130 44104 | BC328 |

| Item | Ordering number | Type/description |
|---|---|---|
| TS304 | 5322 130 44104 | BC328 |
| TS305 | 5322 130 44104 | BC328 |
| TS306 | 5322 130 44104 | BC328 |
| TS307 | 4822 130 40965 | BC547 |
| TS308 | 4822 130 40965 | BC547 |
| TS309 | 4822 130 40965 | BC547 |
| TS310 | 4822 130 40965 | BC547 |
| TS311 | 4822 130 40965 | BC547 |

INTEGRATED CIRCUITS

| Item | Ordering number | Type/description |
|---|---|---|
| IC101 | 5322 209 84444 | DQ051 |
| IC102 | 5322 209 84679 | LM301AN |
| IC103 | 5322 209 84486 | TBA221B |
| IC104 | 5322 209 84496 | FEY101B/51 |
| IC105 | 5322 209 84336 | FEJ271B |
| IC301 | 5322 209 84681 | SN7447N/00 |
| IC302 | 5322 209 80242 | SN7405N/00 |

Note: All not mentioned resistors: CR37; 5%; 0.25 Watt.

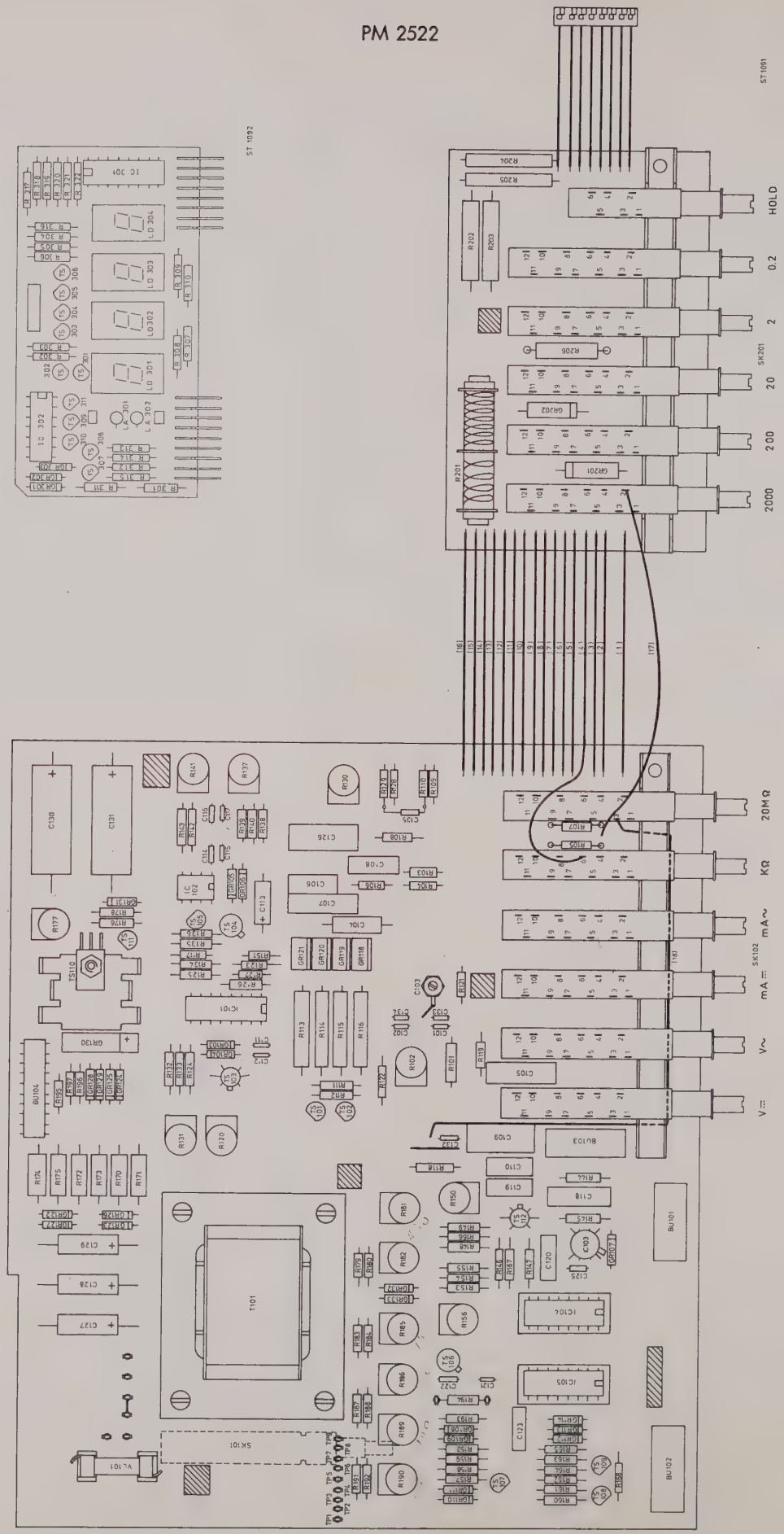
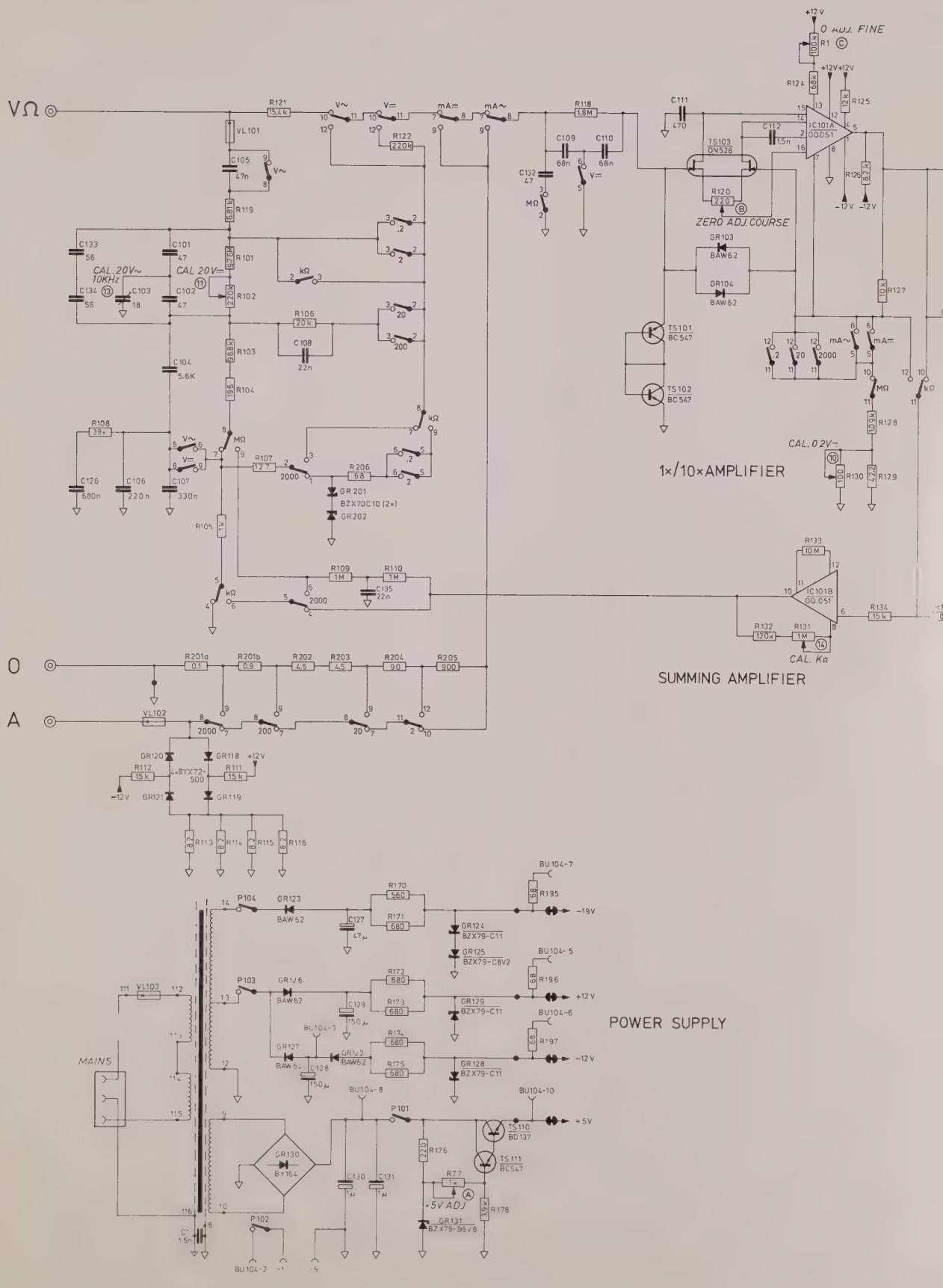
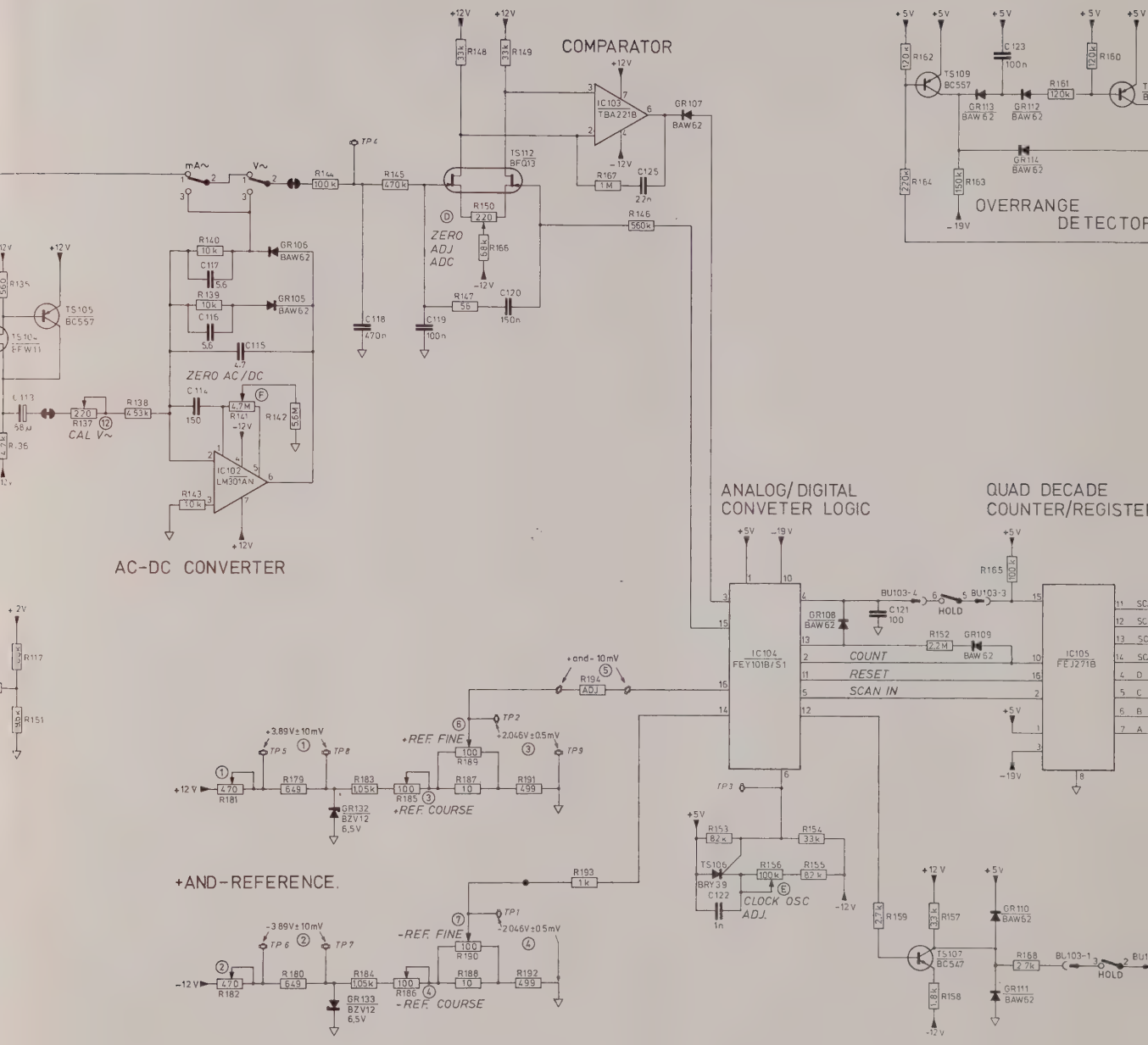
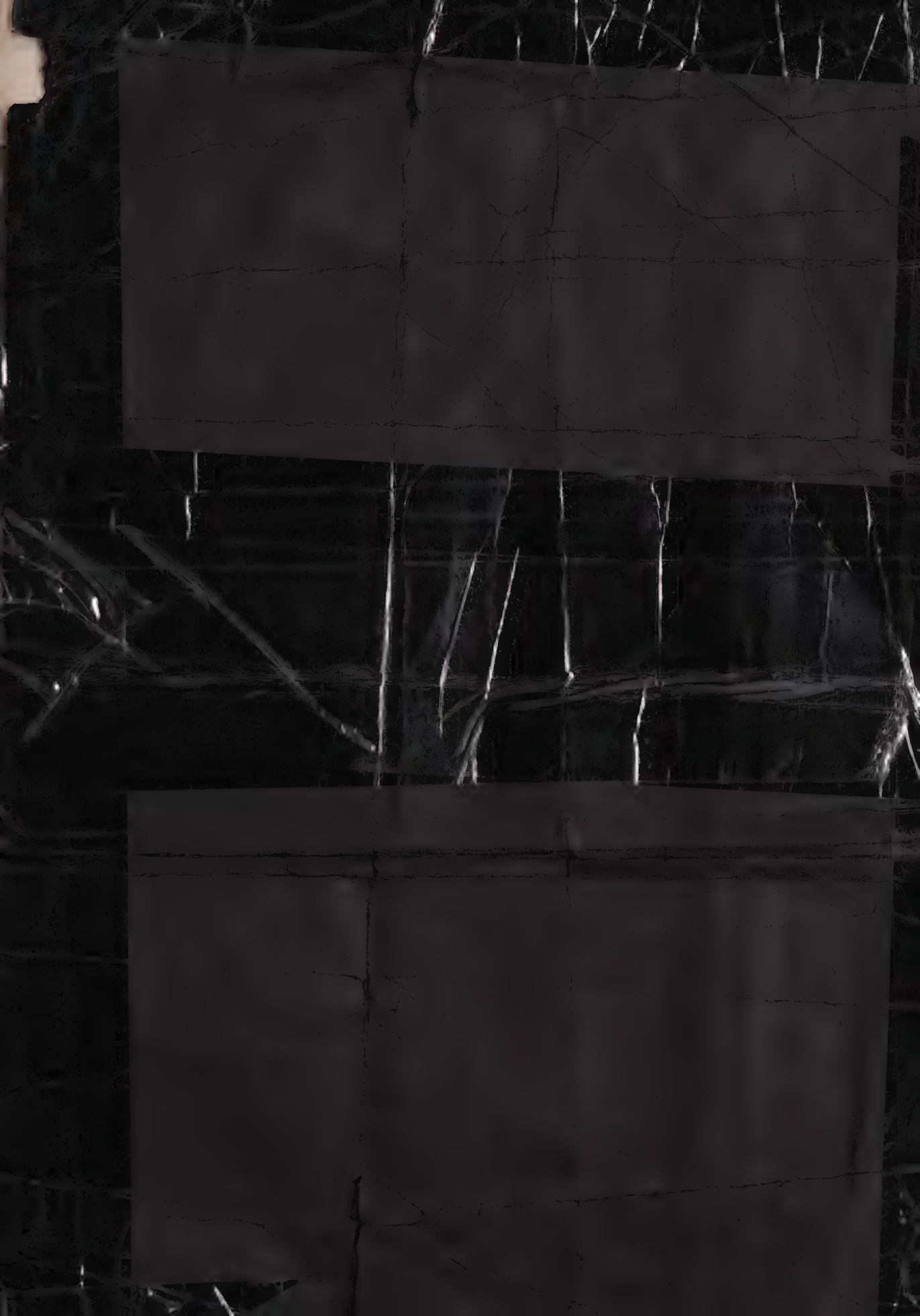
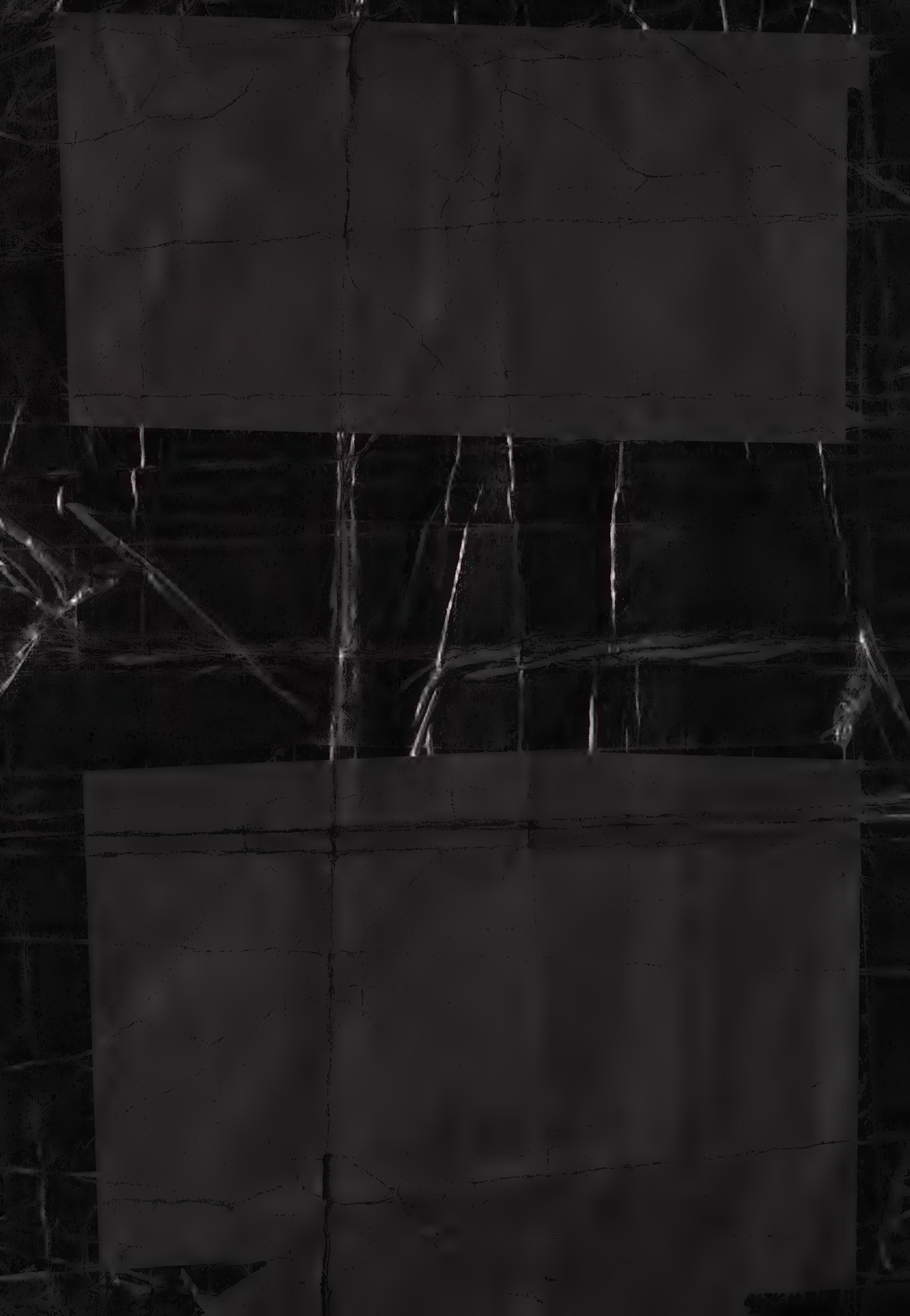



Fig. 27 Printed wiring board U1 + U3


VΩ
0
A
0 ADJ. FINE
ZERO ADJ. COURSE
CAL. 20V~ 10KHz
CAL 20V⎓
CAL. 0.2V⎓
CAL. KΩ
1×/10×AMPLIFIER
SUMMING AMPLIFIER
POWER SUPPLY
MAINS
+5V ADJ
IC101A 00.051
IC101B 00.051
TS103 ON528
TS101 BC547
TS102 BC547
TS110 BD137
TS111 BC547
GR201 BZX70C10 (2×)
GR202
GR103 BAW62
GR104 BAW62
GR123 BAW62
GR126 BAW62
GR122 BAW62
GR127 BAW62
GR120 4×BYX72-500
GR118
GR121
GR119
GR124 BZX79-C11
GR125 BZX79-C8V2
GR129 BZX79-C11
GR128 BZX79-C11
GR130 B 164
GR131 BZX79-B6V8
+12V
-12V
-19V
+5V


COMPARATOR
IC103 TBA221B
TS112 BFQ13
ZERO ADJ ADC
ZERO AC/DC
CAL V~
IC102 LM301AN
AC-DC CONVERTER
OVERRANGE DETECTOR
ANALOG/ DIGITAL CONVETER LOGIC
IC104 FEY1018/S1
QUAD DECADE COUNTER/REGISTE
IC105 FEJ2718
COUNT
RESET
SCAN IN
HOLD
+REF. FINE
+REF. COURSE
-REF. FINE
-REF. COURSE
+AND-REFERENCE.
CLOCK OSC ADJ.





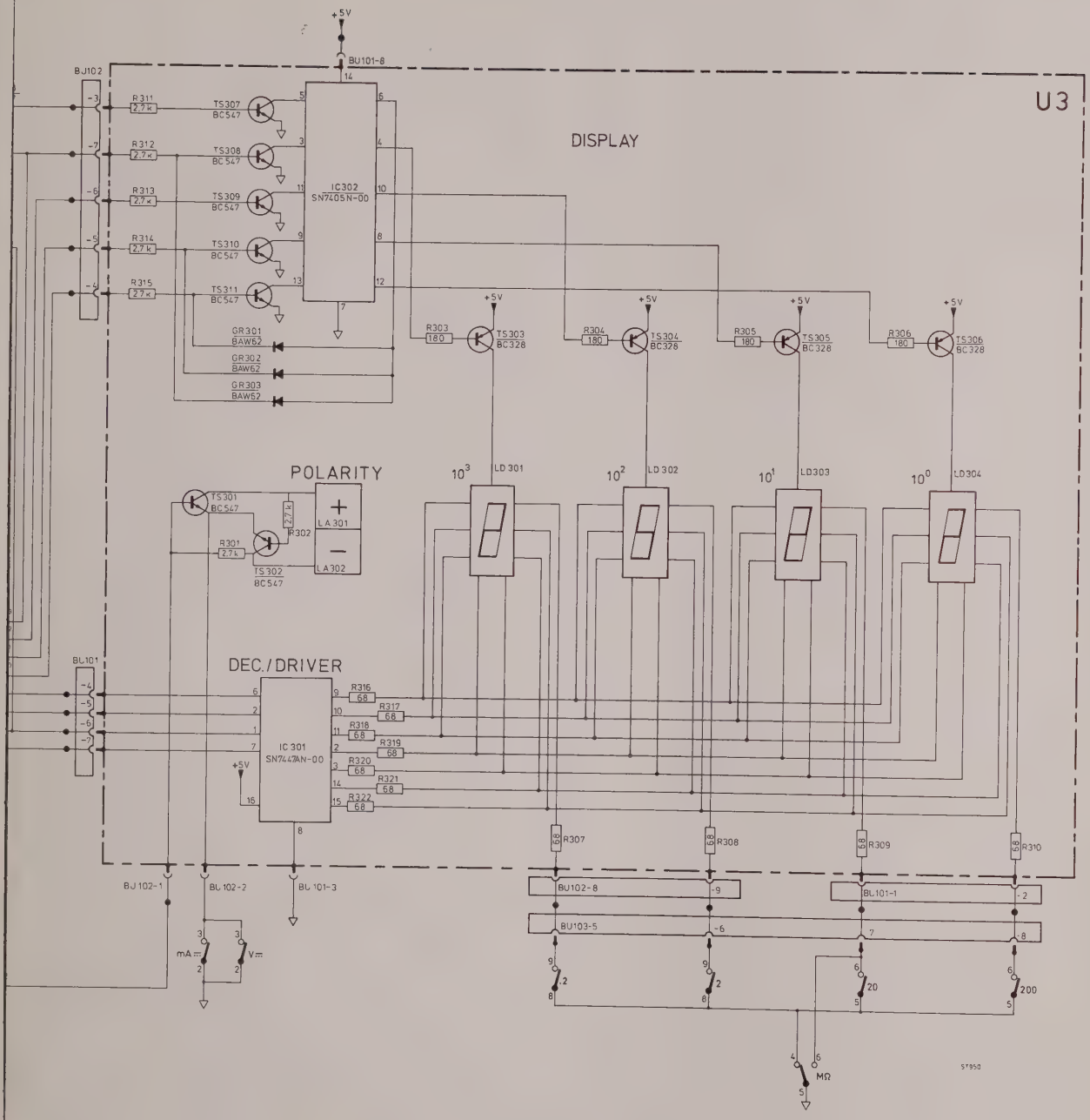



Fig. 28 Circuit diagram

## QUALITY REPORTING

### CODING SYSTEM FOR FAILURE DESCRIPTION

The following information is meant for Philips service workshops only and serves as a guide for exact reporting of service repairs and maintenance routines on the workshop charts.
For full details reference is made to Information G1 (Introduction) and Information Cd 689 (Specific information for Test and Measuring Instruments).

#### LOCATION

□□□

Unit number
e.g. 000A or 0001 (for unit A or 1; **not 00UA or 00U1)**

or: Type number of an accessory (only if delivered with the equipment)
e.g. 9051 or 9532 (for PM 9051 or PM 9532)

or: Unknown/Not applicable
0000

#### CATEGORY

□

0 Unknown, not applicable (fault not present, intermittent or disappeared)
1 Software error
2 Readjustment
3 Electrical repair (wiring, solder joint, etc.)
4 Mechanical repair (polishing, filing, remachining, etc.)
5 Replacement
6 Cleaning and/or lubrication
7 Operator error
8 Missing items (on pre-sale test)
9 Environmental requirements are not met

#### COMPONENT/SEQUENCE NUMBER

□□□□□

Enter the identification **as used in the circuit diagram,** e.g.:

| | |
|---|---|
| GR1003 | Diode GR1003 |
| TS0023 | Transistor TS23 |
| IC0101 | Integrated circuit IC101 |
| R0.... | Resistor, potentiometer |
| C0.... | Capacitor, variable capacitor |
| B0.... | Tube, valve |
| LA.... | Lamp |
| VL.... | Fuse |
| SK.... | Switch |
| BU.... | Connector, socket, terminal |
| T0.... | Transformer |
| L0.... | Coil |
| X0.... | Crystal |
| CB.... | Circuit block |
| RE.... | Relay |
| BA.... | Battery |
| TR.... | Chopper |

Parts not identified in the circuit diagram:

| | |
|---|---|
| 990000 | Unknown/Not applicable |
| 990001 | Cabinet or rack (text plate, emblem, grip, rail, graticule, etc.) |
| 990002 | Knob (incl. dial knob, cap, etc.) |
| 990003 | Probe (only if attached to instrument) |
| 990004 | Leads and associated plugs |
| 990005 | Holder (valve, transistor, fuse, board, etc.) |
| 990006 | Complete unit (p.w. board, h.t. unit, etc.) |
| 990007 | Accessory (only those without type number) |
| 990008 | Documentation (manual, supplement, etc.) |
| 990009 | Foreign object |
| 990099 | Miscellaneous |

# Sales and service all over the world

**Alger**: Sadetel; 41 Rue des Frères Mouloud Alger; tel. 656613–656607

**Argentina**: Philips Argentina S.A., Cassila Correo 3479, Buenos Aires; tel. T.E. 70, 7741 al 7749

**Australia**: Philips Electrical Pty Ltd., Philips House, 69-79 Clarence Street, Box 2703 G.P.O., Sydney; tel. 2.0223

**België/Belgique**: M.B.L.E, Philips Bedrijfsapparatuur, 80 Rue des Deux Gares, Bruxelles; tel. 02/13.76.00

**Bolivia**: Industrias Bolivianas Philips S.A. LA Jón postal 2964 La Paz tel. 50029

**Brasil**: S.A. Philips Do Brasil; Avenida Paulista 2163; P.O. Box 8681; Sao Paulo S.P.; tel 81–2161.

**Burundi**: Philips S.A.R.L., Avenue de Grèce, B.P. 900, Bujumbura

**Canada**: Philips Electronic Industries Ltd., Scientific and Electronic Equipment Division, Philips House, 116 Vanderhoof Avenue, Toronto 17 M 4G 2 Jl. tel. (416)-425-5161.

**Chile**: Philips Chiléna S.A., Casilla 2687, Santiago de Chile; tel. 94001

**Colombia**: Industrias Philips de Colombia S.A., Calle 13 no. 51-03, Apartado Nacional 1505, Bogota; tel. 473640

**Costa Rica**: Philips de Costa Rica Ltd., Apartado Postal 4325, San José; tel. 210111

**Danmark**: Philips Elektronik Systemer A/S Afd. Industri & Forskning; Strandlodsvej 4 2300-København S; Tel (0127) AS 2222; telex 27045

**Deutschland** (Bundesrepublik): Philips Elektronik Industrie GmbH, 2000 Hamburg 73, Meiendorferstraße 205; Postfach 730 370; tel. 6797-1

**Ecuador**: Philips Ecuador S.A., Casilla 343, Quito; tel. 239080

**Egypt**: Ph. Scientific Bureau 5 Sherif Str. Cairo – A.R. Egypt P.O. Box 1807; tel. 78457-57739

**Eire**: Philips Electrical (Ireland) Ltd., Newstead, Clonskeagh, Dublin 14; tel. 976611

**El Salvador**: Philips de El Salvador, Apartado Postal 865, San Salvador; tel. 217441

**España**: Philips Ibérica S.A.E., Avenida de America, Apartado 2065, Madrid 17; tel 2462200

**Ethiopia**: Philips Ethiopia (Priv. Ltd. Co.), P.O.B. 2565; Cunningham Street, Addis Abeba; tel. 48300

**Finland**: Oy Philips Ab, Postboks 10255, Helsinki 10; tel. 10915

**France**: Philips Industrie, Division de la S.A. Philips Industrielle et Commerciale 105 Rue de Paris, 93 002 Bobigny; tel. 830-11-11

**Ghana**: Philips (Ghana) Ltd., P.O.B. M 14, Accra; tel. 66019

**Great Britain**: Pye Unicam Ltd., York Street, Cambridge; tel. (0223) 58866

**Guatemala**: Philips de Guatemala S.A., Apartado Postal 238, Guatemala City; tel. 64857

**Hellas**: Philips S.A. Hellénique, 54, Ave Syngrou, Athens; tel 230476, P.O. Box 153

**Honduras**: Hasbun de Honduras Apartado Postal 83, Tegucigalpa; tel. 2-9121 ...5

**Hong kong**: Philips Hong Kong Ltd., P.O.B. 2108, St. George's Building, 21st floor, Hong Kong; tel. 5-249246

**India**: Philips India Ltd., Shivsagar Estate, Block "A", Dr. Annie Besant Road, P.O.B. 6598, Worli, Bombay 18; tel. 370071

**Indonesia**: P. T. Philips Development Corporation, Jalan Proklamasi 33, P.O.B. 2287, Jakarta; tel. 51985-51986

**Iran**: Philips Iran Ltd., P.O.B. 1297, Teheran; tel. 662281

**Iraq**: Philips Iraq W.L.L. Munir Abbas Building 4th Floor; South Gate. P.O. box 5749 Baghdad; tel. 80409

**Island**: Heimilistaeki SF, Saetún 8, Reykjavik; tel. 24000

**Islas Canarias**: Philips Ibérica S.A.E., Triana 132, Las Palmas; Casilla 39-41, Santa Cruz de Tenerife

**Italia**: Philips S.p.A., Sezione PIT; Viale Elvezia 2, 20052 Monza; tel. (039) 361-441; telex 35290

**Kenya**: Philips (Kenya) Ltd., P.O.B. 30554, Nairobi; tel. 29981

**Malaysia**: Philips Malaya Sdn Bhd. P.O. Box 332, Kuala Lumpur;/Selangor W. Malaysia; tel. 774411

**Mexico**: Philips Comercial S.A. de C.V., Uruapan 7, Apdo 24-328, Mexico 7 D.F.; tel. 25-15-40

**Nederland**: Philips Nederland B.V., Boschdijk, Gebouw VB, Eindhoven; tel. 793333

**Ned. Antillen**: N.V. Philips Antillana, Postbus 523, Willemstad; tel. Curaçao 36222-35464

**New Zealand**: Philips Electronical Industries (N.Z.) Ltd., Professional and Industrial Division, 70-72 Kingsford Smith Street, P.O.B. 2097, Lyall Bay, Wellington; tel. 73-156

**Nigeria**: Philips (Nigeria) Ltd., 6 Ijora Causeway, P.O.B. 1921, Lagos; tel. 45414/7

**Nippon**: Nihon Philips Corporation, P.O.B. 13, World Trade Center, 32nd Floor, Tokyo 105; tel. (03) 435-5211

**Norge**: Norsk A.S. Philips, Postboks 5040, Oslo; tel. 463890

**Österreich**: Oesterreichische Philips Industrie GmbH, Abteilung Industrie Elektronik, Triesterstrasse 64, A-1101 Wien; tel. (0222) 645511/31

**Pakistan**: Philips Electrical Co. of Pakistan Ltd., El-Markaz, M.A. Jinnah Road, P.O.B. 7101, Karachi; tel. 70071

**Paraguay**: Philips del Paraguay S.A., Casilla de Correo 605, Asuncion, tel. 8045-5536-6666

**Perú**: Philips Peruana S.A., Apartado Postal 1841, Lima; tel. 326070

**Philippines**: Philips Industrial Development Inc., 2246 Pasong Tamo P.O.B. 911, Makati Rizal D-708; tel. 889453 to 889456

**Portugal**: Philips Portuguesa S.A.R.L., Av. Eng.° Duarte Pacheco, 6 – Lisboa – 1

**Rwanda**: Philips Rwanda S.A.R.L., B.P. 449, Kigali

**Saoudi Arabia**: A. Rajab and A. Silsilah P.O. box 203 Jeddah - Saudi Arabia; tel. 5113-5114

**Schweiz-Suisse-Svizzera**: Philips A.G., Binzstrasse 15, Postfach 8027, Zürich; tel. 051-442211

**Singapore**: Philips Singapore Private Ltd. P.O. Box 340; Toa Payoh Central Post Office; Singapore 12; tel. 538811

**South Africa**: South African Philips (Pty) Ltd., P.O.B. 7703, 2, Herb Street, New Doornfontein, Johannesburg; tel. 24-0531

**Sverige**: Svenska A.B. Philips, Fack, Lidingövägen 50, Stockholm 27; tel. 08/635000

**Syria**: Philips Moyen-Orient S.A. Rue Fardoss 79 Immeuble Kassas and Sadate B.P. 2442 Damas; tel. 18605-21650

**Taiwan**: Yung Kang Trading Co. Ltd., San Min Building, Gnd Floor, 57-1 Chung Shan N Road, 2 Section, P.O.B. 1467, Taipei; tel. 577281

**Tanzania**: Philips (Tanzania) Ltd., Box 20104, Dar es Salaam; tel. 29571

**Thailand**: Philips Thailand Ltd., 283, Silom Road, Bangkok; tel. 36980, 36984-9

**Turkey**: Türk Philips Ticaret A.S., Posta Kutusu 504, Beyoglu; Gümüssüyü Caddesl 78/80 Istanbul 1 Turkye

**Uganda**: Philips Uganda Ltd. p.o. Box 5300 Kampala; tel. 59039

**Uruguay**: Industrias Philips del Uruguay, Avda Uruguay 1287, Montevideo; tel 915641 Casilla de Correo 294

**U.S.A.**: Philips Test and Measuring Instruments Inc.; 400 Crossways Park Drive, Woodbury, N.Y. 11797; tel. (516) 921-8880

**Venezuela**: C.A. Philips Venezolana, Apartado Postal 1167, Caracas; tel. 360511

**Zaire**: Philips S.Z.R.L., B.P. 1798, Kinshasa; tel. 31887-31888-31693

**Zambia**: Philips Electrical Ltd., Professional Equipment Division, P.O.B. 553 Kitwe; tel. 2526/7/8; Lusaka P.O. Box 1878

750101

**For information on change of address:**
N.V. Philips
Test and Measuring Instruments Dept.
Eindhoven - The Netherlands

**For countries not listed:**
N.V. Philips PIT Export Dept.
Test and Measuring Instruments Dept.
Eindhoven - The Netherlands